5 vol set 6.75

S.

THOMÆ HOBBES

OPERA PHILOSOPHICA.

VOL. I.

LONDINI:
TYPIS C. RICHARDS, 100, ST. MARTIN'S LANE.

THOMÆ HOBBES

MALMESBURIENSIS

OPERA PHILOSOPHICA

QUÆ LATINE SCRIPSIT

OMNIA

IN UNUM CORPUS NUNC PRIMUM COLLECTA

STUDIO ET LABORE

GULIELMI MOLESWORTH.

VOL. I.

LONDINI:

APUD JOANNEM BOHN,

17, HENRIETTA STREET, COVENT GARDEN.

MDCCCXXXIX.

AMICO · CARISSIMO

GEORGIO · GROTE

VIRO

INGENII · DOTIBUS · EXIMIIS

ORNATISSIMO

LITERARUM · AC · PHILOSOPHIÆ · STUDIIS

INSIGNITER · ERUDITO

ET · QUOD · PRÆCIPUE · LAUDI · EST

PRO · ÆQUALI · UNIVERSORUM · CIVIUM · LIBERTATE

ADVERSUS · OPTIMATIUM · DOMINATUM

PROPUGNATORI

ACERRIMO · ET · CONSTANTISSIMO

PRIMAM · HANC · OPERUM

THOMÆ · HOBBES · MALMESBURIENSIS

EDITIONEM

VOVENS · OMNIA · FAUSTISSIMA

D · D · D

GULIELMUS · MOLESWORTH

CONTINENTUR HOC VOLUMINE

THOMÆ HOBBES

ANGLI

MALMESBURIENSIS PHILOSOPHI

VITA.

—— Qui nos damnant, histriones sunt maximi,
Nam curios simulant, vivunt bacchanalia.
Hi sunt præcipue quidam clamosi, leves,
Cucullati, lignipedes, cincti funibus,
Superciliosum, incurvi-cervicum pecus.
Qui, quod ab aliis habitu et cultu dissentiunt,
Tristesque vultu vendunt sanctimonias,
Censuram sibi quandam et tyrannidem occupant,
Pavidamque plebem territant minaciis.

ANGELUS POLITIANUS,
Prolog. in Plauti Menæchmos

CAROLOPOLI:
APUD ELEUTHERIUM ANGLICUM, SUB SIGNO VERITATIS.
MDCLXXXI.

ILLUSTRISSIMO DOMINO

GULIELMO,

DEVONIÆ COMITI,

NOBILISSIMÆQUE FAMILIÆ CANDISIANÆ,

SUMMIS HOBBII MÆCENATIBUS,

MALMESBURIENSIS PHILOSOPHI

VITAM

HUMILLIME

DICAT CONSECRATQUE

EDITOR.

TO MR. HOBBES.

I.

Vast bodies of philosophy
I oft have seen and read;
But all are bodies dead,
Or bodies by art fashioned.
I never yet the living soul could see,
But in thy books and thee.
'Tis onely God can know
Whether the fair idea thou dost show
Agree entirely with his own or no.
This I dare boldly tell,
'Tis so like truth, 'twill serve our turn as well.
Just, as in Nature, thy proportions be,
As full of concord their varietie,
As firm the parts upon their center rest,
And all so solid are, that they at least
As much as Nature emptiness detest.

II.

Long did the mighty Stagirite retain
The universal intellectual reign,
Saw his own countries short-liv'd leopard slain;
The stronger Roman eagle did out-fly,
Oftener renew'd his age, and saw that dy.
Mecha it self, in spight of Mahumet, possest,
And chas'd by a wild deluge from the east,
His monarchy new planted in the west.
But as in time each great imperial race
Degenerates, and gives some new one place:
So did this noble empire wast,
Sunk by degrees from glories past,
And in the schoolmens hands it perisht quite at last.
Then nought but words it grew,
And those all barb'rous too.
It perisht, and it vanisht there:
The life and soul breath'd out became but empty air.

III.

The fields, which answer'd well the ancients plow,
Spent and outworn, return no harvest now,
In barren age wild and unglorious lie,
And boast of past fertility,
The poor relief of present poverty.
Food and fruit we now must want,
Unless new lands we plant.
We break up tombs with sacrilegious hands;
Old rubbish we remove;
To walk in ruines, like vain ghosts, we love.
And with fond divining wands
We search among the dead
For treasures buried,
Whilst still the liberal earth does hold
So many virgin-mines of undiscover'd gold.

IV.

The Baltick, Euxine, and the Caspian,
And slender-limb'd Mediterranean,
Seem narrow creeks to thee, and onely fit
For the poor wretched fisher-boats of wit.
Thy nobler vessel the vast ocean tries,
And nothing sees but seas and skies,
Till unknown regions it descries;
Thou great Columbus of the golden lands of new philosophies.
Thy task was harder much than his,
For thy learn'd America is
Not onely found out first by thee,
And rudely left to future industrie;
But thy eloquence and thy wit
Has planted, peopled, built, and civiliz'd it.

V.

I little thought before,
(Nor being my own self so poor,
Could comprehend so vast a store)
That all the wardrobe of rich eloquence
Could have afforded half enuff,
Of bright, of new, and lasting stuff,
To cloath the mighty limbs of thy gigantic sense.
Thy solid reason, like the shield from heaven
To the Trojan heroe given,
Too strong to take a mark from any mortal dart,
Yet shines with gold and gems in every part,
And wonders on it grav'd by the learn'd hand of art;
A shield that gives delight
Even to the enemies sight,
Then when they're sure to lose the combat by't.

VI.

Nor can the snow which now cold age does shed
Upon thy reverend head,
Quench or allay the noble fires within ;
But all which thou hast bin,
And all that youth can be, thou'rt yet ;
So fully still dost thou
Enjoy the manhood and the bloom of wit,
And all the natural heat, but not the fever too.
So contraries on Ætna's top conspire;
Here hoary frosts, and by them breaks out fire.
A secure peace the faithful neighbours keep ;
Th' emboldened snow next to the flame does sleep.
And if we weigh, like thee,
Nature, and causes, we shall see
That thus it needs must be ;
To things immortal time can do no wrong ;
And that, which never is to die, for ever must be young.

ABRAHAM COWLEY.

IN THO. HOBBES.

FUTILIS exornet barbatos pompa magistros,
Et schola discipulos cogat inepta leves :
Affulsit nova lux tenebroso Hobbesius orbi.
Quanta est laus hominem restituisse sibi?

JO. AWBREY, *Arm.*
E. Soc. Reg.

IN

LIBELLUM PRÆSTANTISSIMI

THOMÆ HOBBES,

VIRI VERE PHILOSOPHI,

DE NATURA HOMINIS.

Quæ magna cœli mœnia, et tractus maris,
Terræque fines, siquid aut ultra est, capit,
Mens ipsa tandem capitur: omnia hactenus
Quæ nosse potuit, nota jam primum est sibi.
Accede, Lector, disce quis demum sies;
Et inquilinam jecoris agnoscas tui,
Qua propius hæret nil tibi, et nil tam procul.
Non hic scholarum frivola, aut cassi logi,
Quales per annos forte plus septem legit,
Ut folle pleno prodeat, rixæ artifex;
Vanasque merces futili lingua crepet:
Sed sancta rerum pondera, et sensus graves,
Quales parari decuit, ipsa cum fuit
Pingenda ratio, et vindici suo adstitit.
Panduntur omnes machinæ gyri tuæ,
Animæque vectes, trochleæ, cunei, rotæ,
Qua concitetur arte, quo sufflamine
Sistatur illa rursus, et constet sibi:
Nec si fenestram pectori humano suam
Aptasset ipse Momus, inspiceret magis.
Hic cerno levia affectuum vestigia,
Gracilesque sensus lineas; video quibus
Vehantur alis blanduli cupidines,

Quibusque stimulis urgeant iræ graves;
Hic et dolores, et voluptates suos
Produnt recessus; ipse nec timor latet.
    Has norit artes quisquis in foro velit
Animorum habenas flectere, et populos cupit
Aptis ligatos nexibus jungi sibi.
Hic Archimedes publicus figat pedem,
Siquando regna machinis politicis
Urgere satagit, et feras gentes ciet,
Imisque motum sedibus mundum quatit:
Facile domabit cuncta, qui menti imperat.
    Consultor audax, et Promethæi potens
Facinoris anime! quis tibi dedit Deus
Hæc intueri sæculis longe abdita,
Oculosque luce tinxit ambrosia tuos?
Tu mentis omnis, at tuæ nulla est capax.
Hac laude solus fruere: divinum est opus
Animam creare; proximum huic, ostendere.

RAD. BATHURST, A.M.
Col. Trin. Oxon. Soc.

AD LECTOREM

PRÆLOQUIUM.

Virorum, virtute doctrinaque illustrium, institutam vitæ rationem posteris innotescere, rei literariæ atque publicæ plurimum interest. Quare optime de humano genere meruisse censendi sunt, qui antiquorum vitas scriptis tradiderunt; quam quidem provinciam obiisse veteres illi, majori cum veritatis studio et fide meliore, quam in contexendis divorum historiis scriptores ecclesiastici, haud iniquis rerum arbitris jure videantur. Multifaria porro scriptorum turba (inter quos nonnulli satis feliciter) recentioris ævi literatorum memoriam posteritati commendavit.

Inter summa autem scientiarum lumina et ornamenta, quæ sæculum hoc magnorum ingeniorum feracissimum in lucem protulit, clarissimum emicuit ingenium Thomæ Hobbes Malmesburiensis, viri supra communem mortalium sortem longissime evecti, in quo natura parens nondum effœta eximii cujusdam nixus specimen ostentare decrevit.

Ingens illi mentis robur et vastus animus, gravissima cogitationum pondera, judicium acre, ratiocinium incredibili sagacitate admirandum. Hinc illi in scientiis arduum et inaccessum nihil; moralis et civilis prudentiæ culmen et fastigium assecutus est; rerum naturam penitissime indagavit, mathematicas artes subtilissime excoluit. Magnam linguarum Græcæ Latinæque peritiam, et in hodiernis exercitationem haud mediocrem tanto viro adstruere supervacaneum facile censeatur; certe Anglicani sermonis genium adeo feliciter expressit, ut cum præstantissimis gentis nostræ scriptoribus conferendus veniat. Exemplo sit gravissimus historicus Thucydides, quem, vel ipsis† veteribus subobscurum, adeo perspicue, adeo venuste et eleganter transtulit, ut nihil supra. Quid de poësi dicam? in qua divitem naturam ita studio et præceptis artis expolivit, ut poëtam ageret non infelicem et simul poësews judicem summum. Cogitatis polluit adeo claris et perspicuis, ut dogma, dum proponitur, in mentem cuiquam incidere potuisse, dum probatur, non omnibus cognitum fuisse, mireris; tantum potuit elocutio ipsi propria. Hoc quidem de illo vere prædicari potest, sive soluta seu numeris astricta oratione uteretur, quamcunque sibi materiam tractandam suscepit, illam insigniter exornare et miro quodam spiritu animare videbatur. Quid recenseam multiplicem in omni pene materia scriptorum copiam, paradoxam opinionum veritatem, summam apud principes et magnates gratiam, inter eruditos famam late diffusam, licet partium studiis in contraria discissis; his mirantibus, laudantibus, et

† Ciceroni, Dionysio Halicarnassensi, Hermogeni, Photio.

omnia bona dicentibus; illis interim, ecclesiasticis præsertim cujuscunque generis, gravia crimina ne dicam convicia passim intentantibus; magnum denique discipulorum numerum, qui tantum hominem tanquam novæ alicujus philosophorum familiæ principem et authorem consectantur?

Cum itaque pararia opera J. A. viri optimi, in manus meas incidisset libellus de vita et moribus Hobbii, a docto quodam, summo ejus amico conscriptus oratione sane gravi, prudenti ac modesta, mei officii esse duxi, publici ipsum juris facere. Quod quidem præstiti, his permotus rationibus; tum ut memoriæ Hobbianæ consuleretur, ob allatas philosophiæ secundum libertatem vindicias; quod hercle facinus summe gloriosum, post Verulamium, Cartesium, Gassendum, quantos viros! egregie perpetravit magnus ille Malmesburiensis; tum ut amicis pariter ac inimicis de ipso satisfieret. Quin et nonnulli hoc ipsum ad laudem atque decus gentis nostræ haud mediocriter attinere existimarent.

Nollem autem hallucinetur aliquis, quasi me in illius disciplinam tanquam in servitutem addixerim, in illius verba juratum, opinionum vadem et sponsorem futurum; aut cum quoquam qui ob materiam aliquam bellum ipsi literarium indixerit, contentionis serram ducturum. Non enim de scriptis ejus aliorumve contrariis mihi arbitrium sumere animus est, cui negotio quam impar sim, facile sentio, sed nudam veri et facti historiam proponere, nihilque intempestivo præjudicio onerare. Quare neminem mihi jure

succensurum spero. Te interim, benevole lector, rogo obtestorque, ut mihi lingua animoque faveas, tenui hac opella manibus Hobbianis parentare conanti.

R. B.

T. HOBBES MALMESBURIENSIS

VITA.

THOMAS HOBBES, natus Aprilis 5, 1588, Malmesburiæ, agri Wiltoniensis. Literis Latinis et Græcis initiatus, annum agens decimum quartum, missus est Oxonium, ubi per quinquennium mansit, operam impendens studio logicæ et physicæ Aristotelicæ. Cum annum ageret vicesimum, commendatus ab amicis, Oxonio relicto, recepit se in domum Domini Gulielmi Cavendish, Baronis de Hardwick, et (paulo post) Comitis Devoniæ; ubi filio ejus primogenito, adolescentis ibi fere coætaneo, servivit; placuitque tum filio tum patri, temperans, sedulus, hilaris. Anno sequente, cum domino suo in urbe perpetuo fere degens, quod didicerat linguæ Græcæ et Latinæ, magna ex parte amiserat. Deinde per Galliam et Italiam peregrinantem dominum sequutus, gentium illarum linguas eousque didicit, ut intelligere eas mediocriter potuerit. Interea† Græcam et Latinam linguam paulatim perire sibi sentiens, philosophiam autem logicamque (in quibus præclare profecisse se arbitrabatur) viris prudentibus derisui esse videns, abjecta logica et philosophia illa vana, quantum temporis habebat vacui, impendere decrevit linguis Græcæ et Latinæ. Itaque cum in Angliam reversus esset, historicos et poetas

† Vide Ant. a Wood. Hist. Antiq. Oxon. lib. ii. p. 376.

(adhibitis grammaticorum celebrium commentariis) versavit diligenter; non ut floride, sed ut Latine posset scribere, et vim verborum cogitatis congruentem invenire; itaque verba disponere, ut lectio perspicua et facilis esset. Inter historicos Græcos Thucydidem præ cæteris dilexit, et vacuis horis in sermonem Anglicum paulatim conversum cum nonnulla laude, circa annum Christi 1628, in publicum edidit; eo fine, ut ineptiæ Democraticorum Atheniensium concivibus suis patefierent. Eo anno Comes Devoniæ, cui jam servierat viginti annos, diem obiit, patre ejus biennio ante defuncto. Anno sequente, qui erat Christi 1629, cum attigisset annum quadragesimum, rogatus a nobilissimo viro Domino Gervasio Clifton, ut vellet filium suum adolescentem comitari in Galliam, accepit conditionem. In peregrinatione illa inspicere cœpit in Elementa Euclidis; et delectatus methodo illius, non tam ob theoremata illa, quam ob artem ratiocinandi, diligentissime perlegit. Anno Christi 1631, revocatus est in familiam Comitissæ Devoniæ, ut filium suum Comitem Devoniæ, natum annos 13, in literis instrueret, quem etiam, circiter triennium post, comitatus est in Galliam et Italiam, studiorum ejus et itinerum rector. Dum moraretur Parisiis, principia scientiæ naturalis investigare cœpit. Quæ cum in natura et varietate motuum contineri sciret, quæsivit inprimis, qualis motus is esse posset, qui efficit sensionem, intellectum, phantasmata, aliasque proprietates animalium; cogitatis suis cum Reverendo Patre Marino Mersenno, ordinis Minimorum, in omni genere philosophiæ versatissimo viroque optimo, quotidie communicatis. Anno Christi 1637 cum patrono suo in Angliam rediit, et apud illum mansit; unde de rebus naturalibus commercia

cum Mersenno per literas continuavit. Interea Scoti, depulsis Episcopis, sumpserunt arma contra regem, faventibus etiam ministris Anglis, illis, qui vocari solent Presbyteriani. Itaque convocatum est in Anglia Parliamentum illud notissimum, quod inceptum est Nov. 3, 1640. Ex iis, quæ in illo Parliamento tribus quatuorve diebus primis consulta viderat, bellum civile ingruere, et tantum non adesse sentiens, retulit se rursus in Galliam, scientiarum studio Parisiis tutius vacaturus cum Mersenno, Gassendo, aliisque viris, propter eruditionem, et vim in ratiocinando, celeberrimis (non enim dico philosophis, quia nomen illud a plurimis nebulonibus jamdiu gestatum, tritum, inquinatum, nunc infame est). Cum jam Parisiis ageret, libellum scripsit *De Cive*, quem edidit anno 1646; quo tempore, prævalentibus Parliamentariis, multi eorum, qui partes regias sequuti erant, et in illis Princeps Walliæ (qui nunc est rex Angliæ) Parisios confluxerunt. Statuerat circa idem tempus, hortatu amici cujusdam nobilis Languedociani, migrare in Languedociam, et præmiserat jam, quæ sibi necessaria erant; sed commendatus Principi, ut elementa mathematicæ illi prælegeret, substitit Parisiis. Quod ab hoc munere temporis habuit vacui, consumpsit in scribendo librum, qui nunc non solum in Anglia, sed in vicinis gentibus, notissimus est nomine *Leviathan;* quem etiam in Anglia edendum curavit, ipse manens adhuc Parisiis, anno 1651, annum agens 63. In eo opere Jus Regium, tum spirituale tum temporale, ita demonstravit, tum rationibus tum authoritate Scripturæ Sacræ, ut perspicuum fecerit, pacem in orbe Christiano nusquam diuturnam esse posse, nisi vel doctrina illa sua recepta fuerit, vel satis magnus exercitus cives ad concordiam compu-

lerit; opus, ut ille sperabat, concivibus suis, præsertim vero illis, qui ab Episcopis steterant, non ingratum. Quanquam enim unicuique illo tempore scribere et edere theologica, quæ vellet, liberum erat; quia regimen Ecclesiæ (potestate declarandi, quæ doctrinæ essent hæreses, ipsius regis authoritate sublata, episcopis exutis, rege ipso trucidato) tunc nullum erat; diligenter tamen cavit, ne quid scriberet, non modo contra sensum Scripturæ Sacræ, sed etiam contra doctrinam Ecclesiæ Anglicanæ, qualis ante bellum ortum authoritate regia constituta fuerat. Nam et ipse regimen Ecclesiæ per episcopos præ cæteris formis omnibus semper approbaverat; atque hoc duobus signis manifestum fecit. Primo, cum in oppido Sancti Germani prope Parisios, morbo gravissimo, lecto affixus esset, venit ad eum Mersennus, rogatus a quodam amico communi, ne amicum suum extra Ecclesiam Romanam mori pateretur. Is lecto assidens (post exordium consolatorium) de potestate Ecclesiæ Romanæ peccata remittendi aliquantisper disseruit; cui ille, "Mi Pater," inquit, "hæc omnia jamdudum mecum disputavi. Eadem disputare nunc molestum erit. Habes, quæ dicas, amœniora. Quando vidisti Gassendum?" Quibus auditis, Mersennus sermonem ad alia transtulit. Paucis post diebus accessit ad illum Dr. Johannes Cosinus, Episcopus (post) Dunelmensis, obtulitque se illi comprecatorem ad Deum. Cui ille, cum gratias reddidisset, "Ita," inquit, "si precibus præiveris juxta ritum Ecclesiæ nostræ." Magnum hoc erga disciplinam episcopalem signum erat reverentiæ. Anno 1651 exemplaria aliquot illius libri, Londini recens editi, in Galliam transmissa sunt; ubi theologi quidam Angli doctrinas quasdam in illo libro contentas, tum

ut hæreticas, tum ut partibus regiis adversas, criminati sunt; et valuere quidem aliquandiu calumniæ illæ, in tantum, ut domo regia prohibitus fuerit. Quo factum est, ut protectione regia destitutus, metuensque ne a clericis Romanis, quos præcipue læserat, male tractaretur, in Angliam coactus sit refugere. Rediens in Angliam, concionantes quidem invenit in ecclesiis, sed seditiosos; etiam preces extemporarias, et illas audaces, et nonnunquam blasphemas, symbolum autem fidei nullum, decalogum nullum; adeo, ut per tres primos menses non invenerit quibuscum in sacris communicare potuerit. Tandem ab amico ductus ad ecclesiam, a suo hospitio plusquam mille passus distantem, ubi pastor erat vir bonus et doctus, qui et Cœnam Domini ritu ecclesiastico administravit, cum illo in sacris communicavit. Alterum hoc signum erat non modo hominis partium episcopalium, sed etiam Christiani sinceri; nam illo tempore ad ecclesiam quamcunque legibus aut metu cogebatur nemo. Quæ igitur episcopo cuiquam in illum causa iræ esse potuit, nisi ei, qui neminem a se dissentire pati, per superbiam, posset? Interea doctrinam ejus academici et ecclesiastici condemnabant fere omnes; laudabant nobiles et viri docti ex laicis. Refellebat nemo; conat, refellere, confirmabant. Scripsit enim, non ex auditione et lectione ut scholaris, sed ex judicio proprio, cognita et pensitata omnia, sermone puro et perspicuo, nec rhetorico. Stantem inter amicos et inimicos, quasi in æquilibrio, fecerunt illi ne ob doctrinam opprimeretur; hi, ne augeretur. Itaque fortuna tenui, fama doctrinæ ingenti, in patroni sui Comitis Devoniæ hospitio per cæterum vitæ tempus perpetuo delituit, studio vacans geometriæ et philosophiæ naturalis; ediditque

jam senex librum quendam, quem inscripsit *De Corp* continentem logicæ, geometriæ, physicæ (tum sublunaris, t cœlestis) fundamenta; deducens logicam quidem a signif tione nominum; geometriam autem, et physicam, ex figu rum, et effectuum naturalium generationibus.

Hominis ergo, neque genere, neque opibus, neque nego belli aut pacis assueti, vitam scribo, et in publicum emit sed in omni genere scientiæ excellentis, et fere singula Cujus ingenium ut cognoscerent (partim etiam ut sua ost tarent) convenerunt eum viri innumeri, tum nostrates, t exteri; et inter illos nonnulli legati principum, aliique nobilissimi. Adeo, ut conjectura inde facta de volun hominum eruditorum, qui posthac erunt, non ingratum posteritati existimavi, si quem vidisse voluerunt, illius vi literis posteritati traderem; præcipue quidem, ut quæ scien ille primus addidit, deinde etiam cætera vitæ ejus, qu lectoribus desiderari posse videbuntur, cognoscerent.

Quæ scripsit *De Jure naturali*, *De Constitutione Civitat* *De Jure eorum, qui summam habent Potestatem*; *De Off* *Civium*, in libris *Leviathan* et *De Cive* (quia domi foris nota, et maxime celebrata sunt) prætereunda censeo.

In physicis causam sensuum, præcipue visus, una doctrina omni optica, et natura lucis, refractionis reflect isque causas naturales, ignotas ante, primus demonstravit libro *De Homine*: item causas qualitatum sensibili nimirum colorum, soni, caloris, et frigoris. Somnia auten phantasmata, quæ antea pro spiritibus et mortuorum an habebantur, et rudi vulgo terriculamenta erant, omnia pr gavit. Causam autem æstuum marinorum et descensi gravium a motu quodam telluris perspicue derivavit. I

phænomena ille omnia ad motum refert, non ad rerum ipsarum potentias intrinsicas, neque ad qualitates occultas; ut ante illum omnes physici. De motu autem, in libro *De Corpore*, satis fuse scripsit, et profundissime.

In Ethicis ante illum nihil scriptum est, præter sententias vulgares. At ille mores hominum ab humana natura, virtutes et vitia a lege naturali, et bonitatem maliciamque actionum a legibus civitatum, derivavit. In mathematicis, principia geometriæ nonnulla correxit. Problemata aliquod difficillima a summis geometris (ab ipsis geometriæ cunabulis) summo studio frustra quæsita, invenit; nimirum hæc:

1. Arcui circuli lineam rectam, areæ circuli quadratum æquale exhibere, idque variis methodis. In diversis libris.

2. Datum Angulum dividere in data ratione.

3. Cubi ad sphæram rationem invenire. In *Problematibus Geometricis.*

4. Inter duas rectas datas, medias continue proportionales invenire quotcunque. In *Problematibus Geometricis.*

5. Polygonum regulare describere quotcunque laterum. In *Roseto.*

6. Centrum gravitatis invenire quadrantis circuli, et bilinei, quod continetur arcu quadrantis et subtensa ejus. In *Roseto.*

7. Centra gravitatis invenire paraboliformium omnium. In libro *De Corpore.*

Hæc omnia primus construxit et demonstravit, et præterea alia multa; quæ (quia legentibus occurrent, et minoris sunt) prætereo.

Facient (opinor) hæc, ut vita ejus non indigna videatur, quæ tum ad exteros tum ad posteros scientiarum studiosos

transmittatur; præsertim hoc tempore, cum scribuntur vulgo vitæ obscurorum hominum, nulla virtute insignium, desiderante nemine.

Scripsit præterea, circa annum ætatis suæ octogesimum, Historiam Belli Civilis Anglicani, inter Regem Carolum primum et Parliamentum ejus, Anglice; item ortum et incrementa potestatis Pontificiæ, carmine Latino, versuum circiter duum millium. Sed non sinebant tempora ut publicarentur.

Silentibus tandem adversariis, annum agens octogesimum septimum, Homeri *Odysseam* edidit, a se conversam in versus Anglicanos, anno deinde proximo etiam *Iliada*: denique *Cyclometriam*, annum agens nonagessimum primum, integram nondum editam.

Quod ad formam attinet, vultu erat non specioso, sed, cum loqueretur, non ingrato. Effigies ejus ad vivum a pictore excellente descripta, qualis erat ætatis suæ septuagesimo, in conclavi Regis Caroli Secundi conservatur. Extant etiam ejusdem imagines ab aliis pictoribus, diversis temporibus factæ rogatu amicorum, in Anglia non paucæ, et in Gallia aliquot.

Natura sua, et primis annis, ferebatur ad lectionem historiarum et poetarum; et ipse quoque carmen tentavit, nec (ut plurimi judicabunt) infeliciter. Postea autem cum in congressu quodam virorum doctorum, mentione facta de causa sensionis, quærentem unum, quasi per contemptum, *Quid esset sensus*, nec quemquam audisset respondentem, mirabatur, qui fieri potuerit, ut qui sapientiæ titulo homines cæteros tanto fastu despicerent, suos ipsorum sensus, quid essent, ignorarent. Ex eo tempore de causa sentiendi sæpe cogitanti, forte fortuna

mentem subiit, quod si res corporeæ et earum partes omnes conquiescerent, aut motu simili semper moverentur, sublatum iri rerum omnium discrimen, et (per consequens) omnem sensionem; et propterea *Causam omnium rerum quærendam esse in diversitate motuum.* Atque hoc principio usus est primo. Deinde ut cognosceret varietates et rationes motuum, ad geometriam cogebatur; et a principiis suis, ingenio suo, theoremata illa, quæ supra commemoravi, feliciter demonstravit. Tantum interest inter illos, qui proprio genio, et illos, qui in archivis veterum, aut ad quæstum docentium, scientiarum veritatem quærunt.

In colloquiis familiaribus jucundus erat, præterquam illorum, qui ad illum venerunt disputandi causa contra ea, quæ jam ediderat (nec revocari poterant) *De Jure* summarum potestatum civili aut ecclesiastico. Nam cum his vehementius aliquando disputabat, quam erat necessarium.

Naturaliter apertus erat, et inter adversarios (qui multi potentesque erant) innocentia magis, quam consilio tutus.

Justitiæ erat cum scientissimus, tum tenacissimus. Nec mirum, cum esset pecuniæ negligentissimus, et pro tenuitate fortunarum suarum, ultra modum beneficus; sed, beneficio patronorum suorum et regis optimi dulcissimique Caroli Secundi, satis copiose senex vixit.

VITÆ HOBBIANÆ

AUCTARIUM.

Quod geometris usu venit, idem objectum pro re nata mutatis linearum quantitatibus, servatis autem proportionibus, pari cum veritate describere, id mihi in animo est; eorum nempe, quæ superiori scripto pressiore stylo delineantur, vestigia relegere et solutiore filo retexere; non ut cramben bis coctam reponam, sed ea tradam quæ argumento lucem aliquam afferre possint, aut majoris momenti visa sint, quam ut oblivioni tradantur.

Thomas Hobbes natus est Malmesburiæ, agri Wiltoniensis, nonis Aprilis, anno a partu Virginis millesimo quingentesimo octuagesimo octavo; cujus mater Hispanæ classis metu perculsa, quæ tanquam portubus nostris imminens fama passim differebatur, ipsum, puellum tamen, quod eventu patuit, satis vivacem præmaturo partu enixa est. Patrem nactus est concionatorem, qualem tunc ferebant tempora, qui leviori doctrinæ armatura instructus, orationes publicas, et quas vocant homilias, satis apte populo prælegere poterat.

Quadriennis factus vernaculis literarum elementis operam dedit: octennis doctiorum linguarum tyrocinium posuit sub Roberto Latimero, Oxoniense, Malmesburiæ literas docente;

qui, quod in puero docilitas tanta, quanta in nullo alio ostenderetur, et simul acris animi et præstantis ingenii illustria signa perspicue cernerentur, illum præcipue in sinu fovit, et supra æquales excolere et incitare solitus est. Tantos autem, jam adhuc in ludo literario degens, in literatura tam Latina quam Græca progressus fecit, ut Euripidis *Medeam* simili metro Latinis versibus eleganter expresserit.

Anno 1603, ad percipiendum uberiorem ingenii cultum, Oxonium missus est, in aulam Beatæ Mariæ Magdalenæ, sub Præfecto tunc temporis Jacobo Hussee, Legum Doctore, postea equite aurato, et Cancellario Sarisburiensi, bonorum ingeniorum fautore summo. Eum ibi morantem Franciscus Hobbius, avunculus, Malmesburiæ Aldermanus, (qui summus est ejus loci magistratus) suis impensis aluit, qui et, postea moriens, modicum illi fundum testamento legavit. Post quadriennium autem, usitato philosophiæ cursu jam emenso, gradu academico, quem Baccalaureatum appellant, ornatus est.

1608. Interea Gulielmus Cavendish, Baro de Hardwick, ac (non multo post) Devoniæ Comes, aliquem qui filii natu maximi studia et mores regeret, diligenter conquisivit; qua in re virum annis pene æqualem, adeoque ob morum similitudinem gratiorem futurum, quam ætate et moribus gravem, præoptavit. Hobbius itaque jam vicennis, literis commendaticiis Jo. Wilkinsoni, Aulæ B. Magdalenæ tunc præsidis, adjutus, huic muneri obeundo in illustrem illam familiam adscitus est. Eo loci nobilissimi juvenis latus assiduo texit, atque artibus tanto genere dignis, quibusque ingenia ad magnæ fortunæ cultum excitantur, instituit; nec solum in studiis gravioribus, sed etiam in venatione, aucupio, cæterisque

innocuis exercitiorum voluptatibus individuus comes perpetuo adfuit. Quare summa morum comitate, ingenii elegantia, animi prudentia, tantum sibi tum patris tum filii favorem conciliavit, ut juveni Galliam Italiamque peregre adituro (1610) dignus visus est qui inserviret.

Versatus autem aliquamdiu illis in regionibus doctissimorum hominum copia florentissimis, luculentis naturæ muneribus, venerandis antiquitatis monumentis et ipsa populorum indole celeberrimis, solidam demum sapientiam (qui verus est peregrinandi finis) secum domum retulit.

Reversus itaque, cum jam Candisianæ gentis munificentia tempus atque otium ipsi suppeteret priora studia respiciendi, magno literaturæ Academicæ fastidio affici cœpit; utpote quam affectata ambitione efformatam ac veluti personatam judicavit; nec apud prudentes adeo in pretio habitam, nec ad vitæ civilis usus, ut specie præ se ferret, comparatam vidit. Non placuerunt illi logicæ illæ metaphysicæque argutiæ, tanquam parum in se bonæ frugis habentes, et fovendis solum clamosis sophistarum contentionibus natæ; ethicam autem tanquam vulgi potius opinionibus et imaginariæ virtutis mediocritati, quam veritati, innixam; et physicam, quæ in scholis docetur, quæque sola pene Aristotelica est, tanquam nimis umbraticam, et potius super ingeniorum technis, quam experimentis naturæ fundatam, contempsit. Aliam itaque philosophandi rationem sibi ineundam ratus, lectioni veterum philosophorum, poëtarum, historicorum, tum e Græcis tum Latinis, diligenter incubuit, et ex eorum thesauris, quid in suos usus faceret, accurate deprompsit. Non autem, quod plerisque in more positum est, aut veterum placitis ingenium

suum mancipavit, aut intra scholasticorum terminos circumscripsit, aut seipsum quasi unicum humanæ rationis exemplar proponens, ex reconditis quibusdam notionibus proprio de cerebello erutis, licet rerum naturæ et experientiæ prorsus contrariis scenicam quandam conflavit philosophiam, aut triobolaribus experimentis tempus dicavit (vitium hujus ævi literatis nimium familiare.) Sed ex universo scientiarum orbe amplissimas opes in ærarium suum comportavit, et fidæ rationis auspiciis sapientissime digessit. Illis temporibus in amicitiam receptus est Francisci Baconi, Verulamii Baronis et Vicecomitis Sancti Albani, magni Angliæ Cancellarii et philosophiæ Atlantis, qui illius consuetudine magnopere delectatus est; et ab ipso in nonnullis scriptis suis Latine vertendis adjutus, qui neminem cogitata sua tanta facilitate concipere atque Thomam Hobbium passim prædicare solitus est. Carus etiam fuit Edoardo Herbert, Baroni de Cherbury, philosopho et historico summo et scriptis claro. Coluit quoque Ben. Johnsonum, poëtam laureatum, Anglicani dramatis facile principem; et Thucydidem suum antequam prælo committeretur, ejus examini et judicio subjecit. Ad ejusdem quoque operis censuram in partes vocavit amicum summum Robertum Ayton, Equitem auratum, Scoto-Britannum, Annæ Reginæ e Secretis, virum poësi celebrem et styli arbitrum elegantem.

Duobus interea nobilissimis funeribus lugubris facta est Candisiana domus. Anno 1626 Gulielmus, Devoniæ Comes, ad superos migravit; quem biennio post, morte nimis immatura, insecutus est filius, cujus obitus ut bonis omnibus luctuosus, ita Hobbio tristissimum reliquit desiderium magnifici studio-

rum patroni ac Mæcenatis. Tanto itaque dolori cum solatium inveniri vix posset, diverticulum saltem quæsivit Hobbius; quare relicta patria in Galliam profectus est, conditionem ferente nobilissimo viro Gervasio Clifton,* (antiqua est et summe generosa eo nomine in agro Nottinghamiensi familia) ut filio, peregre ituro, adesset itineris simul dux et studiorum informator. Illo tempore annum jam quadragesimum prætervectus, Euclidi operam dare cœpit, non tam demonstrationum materia allectus, quam perspicuitate, certitudine, et indivisa rationum serie delectatus. Non enim mathematicas artes admiratus est vir perspicacissimus, ob laterum et angulorum affectiones, aut numerorum, linearum, superficierum, corporumve mutuas inter se proportiones (de homogeneis intelligo quantitatibus) subtiliter indicatas: quippe istiusmodi omnia a communi vita remotiora facile animadvertit; licet ad praxin relata, usus non adeo contemnendi: sed quod methodo ipsis propria intellectus ad rerum cognitionem optime duceretur, atque difficilia inveniendi, vera asserendi, falsa redarguendi certissima ratione imbueretur. Quare illi viæ ad scientias in posterum promovendas insistere decrevit; pertæsus philosophiæ vulgaris, quæ infidis principiis male compaginatas notiones ita superstruxerat, ut tota ædificii moles ruinam factura palam videretur; cum interim artes illæ mathematicæ certis, et in experientia communi fundatis principiis innixæ, multa in lucem inventa protulissent, humano generi utilia, sibi ipsis gloriosa. Dolendum tamen nobile hoc ingenium, eodem quo et magnum Scaligerum infortunio laborasse, quod mathematicis studiis, quæ nisi in teneris animis altas radices vix agunt, serius paulo

* Vide Thoroton Antiquitates Nottinghamicas.

animum adjecit, aliter proculdubio ob præclara inventa Musis et Apollini hecatombas immolasse potuisset; aut certe, quod summe optandum foret, adversariis minorem ipsum vellicandi ansam præbuisset.

Anno 1631 in Devoniæ Comitum familiam revocatus est a Comitissa vidua, ad filium jam tredecennem in literis instituendum. Hujus itaque curam pro grato erga paternos manes affectu libentissime suscepit, et singulari cum judicio per amœna studiorum ad rerum cognitionem perduxit; quem hodie in viridi senecta constitutum illustris familiæ prudentissimum patrem ætas nostra merito veneratur.

Circa hæc tempora in lucem prodiit primus Hobbiani ingenii partus, nobilissima illa Thucydidis e Græco in Anglicanum sermonem versio, cæteris omnibus, quæ gens nostra unquam vidit, antiquorum interpretationibus jure anteferenda; quam domino suo Devoniæ Comiti dicavit, licet patri defuncto destinatam. Historiam illam charta chorographica Græciæ propria manu descripta ornavit, adjecto etiam indice geographico, et dissertatione de vita et scriptis Thucydidis, non tam ex Marcellino vitæ Thucydideæ scriptore sumpta, quam proprio judicio conscripta.

Tunc etiam prodiit elegans illud poema *De Mirabilibus Pecci*, quo nomine venit Derbiensis agri pars occidentalior, regio montosa atque aspera,† sed nonnullis, quæ rariora habentur, celeberrima; ubi, ut mittam ædificia antiqua et nova, magna artis opera, Pecci castrum, et Chatsworthum nobilem Devoniensium Comitum sedem, inter naturalia eminent thermæ corpori humano saluberrimæ, metallifodinæ plumbo

† Vide Camdeni Britanniam.

et antimonio fœtæ, et subterranei specus, quorum unus (honorem præfabor) Diaboli podex nominatur, de quo, sive veri ignorantia, sive mentiendi libidine, multa fabulosa circumferuntur.

Anno 1634 cum domino in Galliam transiit, ubi Parisiis degens, præcipuam naturali philosophiæ promovendæ operam impendit. Quum autem ex iis quæ longo rerum usu, atque acri mentis studio compererat, animo alte defixa insedisset sententia, in natura omnia mechanice fieri, et ex una materia, variis motuum generibus et mensuris agitata, universa rerum phænomena exurgere, tam quoad animalium sensationes, quam cæterorum corporum affectiones; ideo naturæ motus indagandæ ante omnia incubuit, communicatis assiduo cogitatis cum Marino Mersenno, ex Minimorum ordine, viro eximie bono, docto, curioso; et in illustrandis scientiis parario et proxeneta indefesso; qui etsi propriis scriptis inventisque non exiguam sibi laudem comparaverit, tamen in acuendis aliorum ingeniis, et faciliori reddendo commercio philosophico, cæteros hujus sæculi omnes superavit.

Posthæc Hobbius in Italiam profectus, Pisis quotidiana consuetudine usus est Galilei Galilei Lyncei, Mediceorum syderum et solarium macularum inventione clari; qui etsi præ aliis ad res astronomicas impetu quodam ferebatur, in philosophia tamen naturali magna cum laude versatus est, et in naturam motus (cui fidem faciunt scripta cedro dignissima) supra antiquos longissime penetravit. Amicitiam inter ipsos conciliavit idem studiorum cursus, et summa morum ac temperaturæ similitudo; quæ fortasse communis infortunii causa, ut uterque acerrimis Ecclesiasticorum censuris vexaretur; quo jure, quave injuria, non est meum pronunciare.

Anno 1637 cum patrono in patriam reversus, efflagraturi paulo post belli intestini scintillas animadvertere sibi visus est. Nempe Scoti, depulsis episcopis, in regiam majestatem involabant, faventibus interim quibusdam, quos vocant Ministros Presbyterianos, Anglis; turpissimis seditionum flabellis. Quare huic malo, quantum in se erat, occurrendum ratus, tum pro suo in regem officio atque obsequio, tum pro decumano, quo semper in democraticos odio laboravit, libellum scripsit juris regii asserendi gratia, qui postea in librum *De Cive*, et tandem in *Leviathanem* excrevit. Ejus autem summa hæc fuit, sine pace impossibilem esse incolumitatem, sine imperio pacem, sine armis imperium, sine opibus in unam manum collatis nihil valere arma, neque metu armorum quicquam ad pacem profici posse in illis, quos ad pugnandum concitat malum morte magis formidandum; nempe, dum consensum non sit de iis rebus, quæ ad salutem æternam necessariæ creduntur, pacem inter cives non posse esse diuturnam.

Interea, cœlo criminibus nostris infenso, et fatali gentis nostræ infortunio, gliscebant indies infelicia animorum dissidia. Tertio nonas Novembris anni 1640, indictum est generale ordinum regni concilium, quod apud nos Parliamentum vocatur, ubi in ipsis initiis ex ingenti partium æstu, ne dicam furore quodam, civilis belli miserias imminere præsentiens; aliosque, qui jus regium propugnassent, libertate mulctatos videns, patriam sibi intutam ratus, Parisios se in quietum studiorum secessum recepit.

Florebat tunc temporis urbs illa ingenti doctissimorum hominum frequentia, qui immortali eminentissimi Cardinalis Richelii munificentia permoti, ad artes ac scientias, et unumquodque

politioris literaturæ genus illustrandum strenue contenderunt. Cum illis solitus est quotidianos sermones conferre, atque arduis in Philosophia et Mathesi problematis ingenium exercitare, naturam variis experimentis torquere, rerum principia indagare, inventa ratiociniis stabilire. Præ cæteris autem arcta necessitudine junctus est Marino Mersenno O. M. et Petro Gassendo, Mathematum Professore Regio, viro insigni doctrina et suavissimis moribus exculto, et quod honoris causa pronunciare licet, philosophiæ Epicureæ instauratore.

Anno 1641, Mersenno procurante, cum nobilissimo Renato Cartesio commercium instituit epistolicum, in quo, de natura ac legibus motus, tam directi, quam reflexi, aliisque ad *Dioptricen* spectantibus argumentis, utrinque subtiliter disputatum est: quæ omnia tomo tertio epistolarum Cartesii plene exhibentur. Circa idem tempus Cartesius (præmisso jam antea anno 1637 novæ Philosophiæ specimine) publicavit suas *De Prima Philosophia Meditationes*, in quibus Dei essentiam atque existentiam, animæ humanæ naturam, eamque ab omni corporeo prorsus distinctam, ipsius materiæ rationem et modos maxime proprios, omnis denique scientiæ fundamenta, ex innatis quibusdam ideis demonstrare contendit. Illos tanti viri conatus digna cum laude exceperunt omnes; at nihilominus tantam rerum molem tam imbecillibus fulcris inniti non passi sunt sagaciores philosophi, scriptisque contrariis rationum ejus incertitudinem ostenderunt; inter quos præcipue nominandi veniunt, Petrus Gassendus, Antonius Arnaldus, celebris e Sorbona Theologicus, et Thomas Hobbius.

Anno 1644 Marinus Mersennus cogitata sua Physico-Mathematica in luce memisit, ubi inter alia doctorum virorum

collectanea, nonnullis ingenii Hobbiani monumentis opus suum insignire placuit.

Anno 1645 exarsit celebris illa controversia inter Christianum Severini Longomontanum Cimbrum, superiorum mathematum in regia Danorum Academia Hauniensi professorem publicum, et Joannem Pellium, Anglum, tunc temporis matheseωs in illustri Amstelodamensium Gymnasio professorem itidem publicum. Longomontanus nempe Uraniburgi sub Tychone astronomicis studiis initiatus *Astronomia Danica* anno 1622* edita nonnullam sibi nominis celebritatem comparaverat, quam in geometricis etiam affectans, ad infelicem illum quadraturæ circularis scopulum, cui tot præclara ingenia allisa sunt, impegit. Doctissimus autem Pellius Longomontani paralogismos aperte deprehendens, cum in uno theoremate probando totius controversiæ cardinem verti facile cerneret, hoc ipsum tum proprio marte demonstravit, tum adhibitis celebriorum totius Europæ mathematicorum calculis sententiam suam munire conatus est. Illi autem ne aut gratiæ causa suffragari, aut de rebus parum perspectis pronunciare viderentur, suas singuli demonstrationes illi miserunt;† eorum nomina mihi historiæ literariæ causa repetenti condonabitur spero. Erant autem, Ægidius Personerius de Roberval, Parisiis in Collegio Regio Franciæ, mathematum professor; Thomas Hobbes philosophus Anglus; Carolus Cavendishius, Anglus, eques auratus, illustrissimi Novi Castri Marchionis frater unicus; D. Pallieur, nobilis Parisinus; Petrus Carcavius, in supremo Galliæ Consistorio senator;

* 4to. Amst. 1622, et folio, ib. 1640.

† Vid. Controv. de Vera Circuli Mensura, 4to. Amst. 1647.

Marinus Mersennus Minimus; Jo. Adolph. Tassius, mathematicus Hamburgensis; Jo. Lud. Wolzogen, liber Baro Austriacus, S.R.M. Poloniæ et Sueciæ Aulicus cubicularis; Renatus Des Cartes; Bonaventura Cavalierius, Bononiæ mathematices professor publicus; quibus postea accesserunt Claudius Mydorgius, patricius Parisinus et Picardiæ quæstor; et Jacobus Golius, mathematum et linguæ Arabicæ in Academia Lugduno-Batava professor peritissimus. De Hobbiano autem ratiocinio ne pro affectu aliquid immodica laude efferre videar, hoc solum adjicere libet, illud aut eleganti brevitate, aut evidenti perspicuitate cæterorum nulli concedere.

Grassante interim per Angliam civili bello, Hobbius pro summo in patriam amore, quod bonum civem et fidelem subditum maxime decuit, populares suos sanioribus quam quæ hactenus obtinuerant principiis imbuere, exacerbatos hominum animos ad pacis et concordiæ rationes revocare, et in summæ potestatis obsequium addictiores præstare, annisus est. Quare reliquis posthabitis studiis, quantum ipsi suppetiit temporis politicæ scientiæ impendens, librum *De Cive* (cujus pauca duntaxat exemplaria Parisiis 1642 evulgaverat) revisit, et notis utilibus adauxit; in quo subditorum contra summum imperatorem conjurationes rebellionesque, et immanes illas de principe regnis vitaque exuendo opiniones penitus damnavit: potestati civili jura ab ecclesiasticis caliginosorum temporum beneficio prærepta restituit, et diram sectariorum hydram, effrenem nempe conscientiæ libertatem, heroico ausu perdomuit.

Eodem anno, fortuna belli regiis partibus infensa, magnus honoratorum exulum numerus Parisios confluxerat, interque

illos Princeps Walliæ, nunc Rex optimus, Carolus Secundus. Hobbius itaque magna famæ celebritate tum apud suos tum exteros florentissimus, a magnatibus quibusdam Principi commendatus est, ut mathematicam ipsi prælegeret. Quo munere magno cum judicio perfunctus, eam matheseωs cognitionem impressit, quam hodie in tanto Principe admirantur omnes, adeoque placuit, ut apud ipsum regnis hæreditariis restitutum maxima semper floruerit gratia, annuo etiam honorario ornatus. Illo tempore Samuel Sorbierius, M.D. doctissimi Samuelis Petiti nepos, in Hollandiam profecturus, exemplar libri *De Cive* ultima authoris manu limatum impetraverat, quem ideo Gassendus et Mersennus missis duobus epistoliis laudabant, et boni publici causa ut typis optimis committeret, incitabant; quæ hic loci interserere non abs re alienum judico.

GASSENDI EPISTOLA, "PER-ERUDITO AC PER-AMICO VIRO SAMUELI SORBERIO PETRUS GASSENDUS S."

"Quod epistolium ad me, Caleto vela mox facturus, dedisti, accepi. Nihil opus fuit excusare, quod vale coram non dixeris; nam præclarus noster Martellus sat declaravit, quam improvisa discedendi occasio fuerit, et quam requisieris me tamen, utcunque non adfuerim domi. Quod addis tamen, potuisse te ante discessum extorquere ab eximio illo Hobbio id exemplum libri *De Cive*, cui ipse manu propria marginales notas apposuit, ut cum istuc, ubi te voveo incolumem, perveneris, edi iterato procures, id summopere delectavit. Videlicet, tam pauca fuere excusa libri exemplaria, ut illa sui sitim potius fecerint, quam expleverint; siquidem innumeros

video, qui librum ardenter, sed frustra requirant. Et liber certe est non vulgaris, dignusque, qui omnium, qui altiora sapiunt, manibus teratur; neque (si illa seposuero, quæ religionem, in qua sumus ἑτερόδοξοι, adtinent) scriptorem agnosco, qui argumentum scrutetur, quam ille, profundius. Utinam vero, cætera etiam, quæ ille versavit, perinde extorsisses! quippe ex ipsis in lucem prolatis summe beasses nationem totam philosophantium solide; cum ego quidem neminem norim, qui sit inter philosophandum magis a præjudicio liber, quique penitius, quicquid rerum edisseruit, introspiciat. Enimvero tu virum satis nosti; frustraque foret si quid præterea in commendationem ejus adderetur. Vale, et amicos optimos saluta, imprimisque Curcellium, Heereboordium, Bornium, et alios. Parisiis, iv Calend. Maii, CIↃ IↃC XLVI."

EPISTOLA MERSENNI, "ERUDITISSIMO VIRO SAM. SORBERIO DOCTORI MEDICO S.D. MARINUS MERSENNUS M.

"En audio, doctissime Sorberi, tecum illud egregium opus *De Cive* incomparabilis viri D. Hobbii te Hagam Comitis, hoc est ingentem thesaurum literarium tulisse, novis auctum cogitationibus, quæ singulis difficultatibus satisfacientes planum iter exhibeant. Vide igitur ut quis egregius typographus librum illum aureum, gemmis auctum et ornatum, in lucem edat, neque diutius patiaris eum a nobis desiderari. Sed et authorem pro viribus urgeas, ne totum corpus philosophicum, quod mente premit, et calamo explicat, deinceps arca (nobis fatali) concludat, ne tandem nos ad authoritatem regiam provocare cogat, qua ipsius arcam invidam effringamus. Quanta autem voluptate a nobis afficieris, quando videris nobilem

illam philosophiam non minus quam Euclidis elementa demonstrari? Quam libenter illi tuæ Ἐποχῇ et scepticis næniis renunciaturus es, cum dogmaticam firmissimis innixam fulcris fateri cogeris! Vale. Ubi vero D. Rivetum, ubi Hugenium mirabilem virum videris, millies eos meo nomine salutes velim, meque tui credas memorem et obsequentem.

Aureliæ XXV April. CIↃ IↃCXLVI."

Prodiit autem liber *De Cive* typis Elsevirianis anno 1647, annoque insequente dicti Sorbierii opera Gallice versus, ex eadem officina prodiit anno 1649,† Cornificio Ulefeldio, magno Danicæ militiæ magistro, dicatus, addito etiam præloquio, in quo et laus authoris et libri dignitas exponuntur.

Interea indefessum Philosophi nostri studiorum cursum infelix casus interrupit; ex improviso febre correptus est acutissima, quæ in tantum invaluit, ut remediis frustra adhibitis natura morbi violentiæ succumbente, extremum pene spiritum acturus videretur. Tunc autem cum non amplius cuiquam relictus est fucum faciendi locus, eo momento se religioni patriis legibus stabilitæ addictissimum ostendit, et precibus juxta Ecclesiæ Anglicanæ ritus præmissis, supremum viaticum recepit. Nihilominus præter omnium spem fausto numine convaluit.

Ineunte anno 1650 Gulielmus Davenantius, Eques auratus, Poeta Laureatus, poematis heroici *Gondibertiadis* nomine insigniti anno proximo Londini prodituri, præfationem Parisiis edidit; in qua de poeseως, heroicæ præsertim, natura ingeniosissime disseruit, et totum opus Hobbiani judicii censuræ

† Vide Lettres et Discours de Sorbière, a p. 212 ad 232.

submisit. Hobbius autem amici postulatis responso satisfecit, et, quid de nobili illo poemate sentiret, exposuit, nec non ulterius de poematis ratione in genere, et specialius de heroico, ratiocinatus est, supra vulgares literatorum notiones.

Eodem anno publicatum est opus ejus, sermone patrio, *De Natura Humana*, præfante (uti fama accepi) summi ingenii ac judicii viro Setho Wardo, tunc Astronomiæ Professore Saviliano, nunc Episcopo Sarisburiensi, et elegantissimis iambicis adornante Radulpho Bathurst, tunc magistro artium Collegii Trinitatis Oxon. nunc decano Bathoniensi. Sicut etiam, anno vertente, liber *De Corpore Politico* Londini impressus est.

Anno 1651 prodiit scriptum nomine *Leviathan* (per stupendum illud animal designatur corpus politicum), liber per Europam celeberrimus; scriptis interim contrariis vexatissimus; quem nonnulli quasi insolitum politices miraculum venerantur; alii interim quasi monstrum horrendum, informe, omni rationis lumine destitutum, fugiunt et detestantur. Fruatur quisque suo per me sensu licet; mihi, nec alienam philosophandi libertatem circumscribere, neque propriam prodere, animus est.

Missis autem in Galliam nonnullis *Leviathanis* exemplaribus, theologi Anglicani qui circa regem erant, ob quædam eo in opere paradoxa, Hobbium tamquam partibus regiis minus addictum, tum ut novarum impiarumque in religione opinionum authorem criminabantur. Valuerunt apud regem pientissimum calumniæ religionis specie larvatæ, et prævalentibus adversariis, ne ad regem aut domum regiam accederet mandato cautum est.

Hoc tanto præsidio orbatus Hobbius, Romanæ ecclesiæ, spiritualis monarchiæ, satellitum metu correptus est, quorum odium implacabile sese merito incurrisse senserat, ob detectas in *Leviathane* ecclesiasticorum technas, regni tenebrarum dolos, et pontificis Romani potestatem malis artibus occupatam, qua in civilis potestatis jura involando, qua simplici ac imperitæ plebeculæ sanctis præstigiis illudendo; quare Parisiis se minus tutum judicans, media hyemis tempestate aufugiens, in patriam se contulit; cujus itineris molestiis fatigatus jam senex plus quam sexagenarius, diuturnam stomachi ægritudinem contraxit; adhibitis nihilominus debitis medicinæ auxiliis, pristinam tandem valetudinem recuperavit.

Annum 1652 Londini insumpsit, urbe celebri et copiosa, liberalissimis studiis eruditissimisque hominibus affluente, quorum assidua consuetudine et quotidianis colloquiis fruebatur. Inter quos eminebant Gulielmus Harveus, M.D., Caroli primi medicus primarius, circularis sanguinis motus inventor, qui et postea moriens, anno 1657, (ætat. 80) in amicitiæ testimonium, aliquot librarum Anglicarum summam ipsi testamento legavit: Joannes Seldenus, J. C., polyhistor, antiquitatis, historiæ et linguarum orientalium cognitione celeberrimus: Jo. Vaughan, J.C., postea in Banco Communium Placitorum supremus Angliæ justitiarius: Abrahamus Cowleius, vir omnibus numeris poeticis, quod veterum nulli contigit, perfectissimus, qui etiam Hobbium immortali carmine Pindarico celebravit: nec omittere fas est Carolum Scarburgium, M.D., mathematices cognitione et medicinæ praxi clarrissimum.

Anno 1653 in Devoniensium Comitum familiam, securum

studiorum asylum, revocatus, animum penitus applicuit absolvendæ philosophiæ de corpore, in qua physices elementa exponuntur. Illam philosophiæ partem primam animo designaverat; sed ob civile bellum intervenientes, de *imperii et debita civium obedientia*, quæstiones, politices, partis alioquin ultimæ, cæteris dilatis, prius maturandæ absolvendæque, in causa fuerunt.

Tandem autem ad umbilicum perductus liber *De Corpore* prodiit Latine 1655, et proximo anno vernacule, una cum sex Lectionibus ad professores mathematicæ Savilianos.

Illo tempore clarissimus Wallisius in academia Oxoniensi geometriæ professor Savilianus, edito *Elencho Geometriæ Hobbianæ*, diuturni illius belli mathematici classicum cecinit, quod acerrimo Marte, adhibitis quadra et circino, intervolantibus nonnunquam acutissimis convitiorum telis, utrinque gestum, vicennium et amplius perduravit, nec nisi tandem Hobbiana morte conquievit.

Circa idem tempus Hobbius cum Jo. Bramhallo, tunc episcopo Derriensi, postea Archiepiscopo Armacano, et totius Hiberniæ Primate, certamen exercuit literarium, *De Libertate et Necessitate* actionum humanarum; libelli utrinque conscripti sunt varii, de quibus alibi plenius.

Anno 1658, in lucem emissus est liber *De Homine*, qui est philosophiæ ejus pars secunda, quæ circa facultates affectusque humanos, imaginationem, memoriam, intellectum, ratiocinationem, appetitum, voluntatem, bonum, malum, honestum, turpe, aliaque ejus generis occupatur.

Anno illo mirabili 1660, Summo Numine Britannicæ gentis infortunia miserante, depulsis rebellionum furiis, et profligata

sævissima illa tyrannide, quæ sub religionis et boni publici larva, in vitas fortunasque omnium impune grassabatur; post complurium annorum exilium, regnis suis restitutus est Serenissimus Princeps, Carolus Secundus; quod sicut bonis omnibus summam attulit lætitiæ materiam, ita Hobbium, qui regias partes pro virili semper sustinuerat, incredibili gaudio affecit. Ingenti itaque desiderio optimi Principis aspectu fruendi excitatus, relicto rure, ubi tunc temporis degit, Londinum advolavit, ubi quam votis tantopere expetiit felicitatem, casus inopinatus ipsi ultro detulit. Rex enim ædes Sarisburienses, in quibus tunc cum patrono moratus est Hobbius, curru prætervectus, illum forte conspicatus ad se accersi jussit; manum osculandam præbuit, de valetudine ac rebus suis sciscitari dignatus est; ipso interim favorem regium, quo par est cultu et obsequio excipiente. Non multo post, Samuele Coopero pictore excellentissimo regem admirandi penicilli ductu ad vivum exprimente, ejus opera ad secretiorem cum rege congressum admissus est; qui colloquio ipsius non minus prudenti, quam faceto plurimum oblectatus, de pristina apud se gratia securum reddidit, et facillimos semper in posterum aditus pro summa benignitate concessit.

Sub illud tempus, Caroli Secundi auspiciis, fundata est *Societas Regia Londinensis*, promovendæ philosophiæ naturalis causa; de cujus instituto honorifice sensit Hobbius, ita ut veram philosophiam relictis Academiis Londinum transmigrasse affirmaret; illud tamen improbare visus est, quod de generali motus doctrina excolenda minus soliciti, Proletariis Experimentorum Minutiis se addicerint nimis; sæpenumero dicere solitus, si ex multifaria experimentorum farragine con-

gesta philosophi titulus exurgeret, nihil obstare, quo minus mulierculæ, olitores, pharmacopœi et ciniflones chymici in philosophorum album referrentur.

Tunc etiam Hobbius mathematicæ ulterius provehendæ studium impense intendit; geometriam ab ipsis fundamentis restituere aggressus; in qua naturam quantitatis, lineæ, anguli, rationis seu proportionis, se primum detexisse in animum induxit; præterea admiranda illa problemata, ad quæ frustra hactenus geometræ aspiraverant, (fastigium totius geometriæ altissimum) circulo æquale exhibere quadratum; cubum cubi duplum constituere; datum circuli arcum juxta datam rationem dispertiri; rectam lineam parabolicæ æqualem invenire; sese præstitisse, et maxima cum evidentia demonstrasse, refragantibus licet universis mathematicorum calculis, sibi obfirmate persuasit.

Ab arithmetica autem speciosa tanquam blanda ingeniorum seductrice prorsus abhorruit; veritus ne illius opera, ab antiqua construendi et demonstrandi elegantia, cujus auxiliis Euclides, Apollonius, Archimedes, Pappus, aliique e veteribus summi artifices matheseως pomœria tam feliciter protulerant, doctorum animi paulatim avocarentur.

Anno 1664 ab amico quodam, qui πολιτικώτατον ejus ingenium expoliendis rei-publicæ legibus summe accommodatum judicavit, ad legum nostrarum studium impulsus est; causatus licet ætatem jam grandiorem, et materiæ tam incultæ tantisque difficultatibus implexæ vix suffecturam. Usque adeo tamen perspicacissimæ mentis acies rerum interiora penetravit, ut de *legibus Anglicanis* commentarium scriberet doctissimis Jurisconsultis in pretio habitum, qui adhuc manuscriptus asservatur.

Jam vero cum in infinita pene materiarum sylva sese hactenus versatum fuisse perpendisset, veritus ne, quæ olim seorsum prodierant opera, velut *Sibyllæ* folia, passim dispersa volitarent; scripta sua in unum compingendi disiderio ferebatur. Quare versis in Latinum quæ sibi commoda videbantur; præsertim famigerato *Leviathane*, quem adjecta appendice auctiorem fecit; universa simul prælo committere animo destinavit. Cum autem ab illis qui tunc prælo imperabant, apud Londinenses, Oxonienses, aut Cantabrigienses, typorum licentia impetrari non poterat, destinato nihilominus proposito obnixe intentus, opera sua Amstelodami imprimenda tradidit Joanni Blauvio, viro optimo, et rei iiterariæ promovendæ studiosissimo; cujus industria factum, ut anno 1668 pulcherrimis typis expressa in publicum prodierint. Quæ etiam non multo post in bibliothecam aulæ Magdalensis, cujus olim alumnus fuerat, in grati animi testimonium, submisit.

Interea, Hobbius magna ingenii gloria celebris, ab universis summo honore afficiebatur, atque illum non solum colebant, qui aliquid in philosophia percipere atque audire studebant, verum etiam si qui forte simulabant. Omnes passim aut genere aut literatura nobiles, qui aliquid de ingeniis poterant judicare, illum cognitione atque amicitia sua dignum existimabant. Exterorum doctissimus quisque qui Angliam nostram inviseret, ad ipsum quasi philosophiæ quoddam oraculum proficiscebatur: quin etiam legati atque principes tanquam ad singulare gentis nostræ ornamentum confluebant.

Anno 1669 Cosmus Mediceus, Ferdinandi secundi filius, Etruriæ princeps, tanti philosophi fama permotus, illum

sæpius convenire dignatus est; et insignem scientiam quam plurimum admiratus, iconem ejus et libros universos, inter rarissima Bibliothecæ Mediceæ Κειμήλια reponendos, domum secum deportavit.

Tunc etiam in academiis aliquantum obtinere cœpit philosophia Hobbiana, et juventus academica in publicis scholarum velitationibus, opiniones Hobbianas haud raro defendere solita est. Inter alios Daniel Scargil, artium baccalaureus, et collegii Corporis Christi in academia Cantabrigiensi socius, vir fervidi et præcocis ingenii, et vitæ paulo solutioris, theses quasdam incautius forsan, et nimia cum acrimonia propugnavit. Illæ autem, prout typis academiæ publicis expressæ habentur, hujusmodi erant:—"*Jus dominii fundatur in potentia.*"—"*Justitia moralis pendet a civilibus institutis.*"—"*Scriptura Sacra in legem sancitur solummodo ex authoritate magistratus.*"—"*Supremi magistratus jussis, etsi legibus divinis, quæ de moribus latæ sunt, contrariis, obtemperare oportet.*"

Quibus aliam, (quod suspicari licet) invidiæ augendæ gratia attexuerunt boni censores, quam pro thesi philosophica sumat, qui volet, si quis adeo cæcus est: "*Quod gloriosum erat, atheus esse et censeri.*" Ista autem positio ex consequentia dicti cujusdam trahi dicitur, quod gloriaretur, se Hobbii discipulum atque atheum esse: vocabulis a censoribus ita odiose dispositis, tanquam idem sonarent Hobbianus atque atheus.

Theologi autem, qui in academiis semper regnant, quique in rem suam aut commoda peccantibus haud facile ignoscunt, illum pro senatu academico, qui etiam ex ipsis præcipue

conflatur, gravissimorum criminum postulant. Quare summa cum vehementia increpitus, magistratus academici authoritate carceri inclusus est; postea gradu privatus, sodalitate exutus, academia expulsus, prius tamen summa cum ignominia et dedecore coactus est, pro concione in templo publico, theses suas tanquam sibi a Plutone submissas, ad Stygem damnare; easque erga Summum Numen impias, omnique humanæ societati perniciosissimas, pronunciare.

Sic acta est isthæc tragediola; Hobbius autem nominis sui existimationem injustis calumniis læsam facile sentiens, dogmatis suis tum in sequiorem sensum detortis, tum etiam turpiter et cum opprobrio damnatis, ipsoque tanquam atheorum antesignano publice descripto, per literas ad amicos de injuria graviter conquestus est, sed incassum, cum id temporis vindicias suas publico dare ipsi liberum non esset.

Anno 1670 Antonius a Wood, collegii Mertonensis socius, vir doctissimus, Historiam et Antiquitates Oxoniensis Academiæ, in quibus, per decennium et amplius, admiranda cum industria laboraverat, tandem absolvit. Opus illud Anglice conscriptum duobus voluminibus complexum est, quorum prius res in academia gestas, ab ipso ortu ad nostra usque tempora, recenset; in altero collegiorum fundatores Mæcenatesque et illustrium virorum elogia continentur. Placuit autem summis in academia viris ut exterorum in gratiam Latio donaretur, studiosis nonnullis ad hanc operam delectis, qui tamen in cogitatis suis vertendis authori non fecerunt satis. Multo autem minus alia in re ipsi satisfactum est; cujus historia licet prolixior paulo, veritatis tamen historicæ curiosis, fortasse non injucunda.

Ædis Christi decanus, nunc Episcopus Oxoniensis, (quem honoris causa nomino) quum et operis vertendi et typorum sumptus maximam partem propriis impensis sustentaret, eam sibi licentiam adseruit, ut quæ suo adliberent animo, etsi ab authoris mente aliena, passim intersereret; multa autem, quæ ipsi pro affectu suo et partium studio displicerent, expurgaret. Ob isthoc factum incredibili dolore affectus est author, et contaminatam historiæ fidem gravissime conquestus, nihil interim remedii impetravit.

Præ aliis autem maculis, quibus a censoria manu deturpata est celebris illa doctorum virorum historia literaria, pessime deformatum est elogium Hobbianum, detractis quæ ab authore adscriptæ sunt laudibus, earumque in locum vituperiis substitutis. Rem ipsam vero simpliciter exponere constitui, tum ut Hobbio debitus constet honos, tum authori, quoad fieri poterit, jus suum in integrum restituatur.

Ex Historia et Antiquitatibus Universitatis Oxoniensis. Edit. Oxon. 1674, lib. 2, p. 376 et 377.

Thomas Hobbius, vulgo Hobbes, Westportæ in Malmesburia oppido mercatorio Wiltonienses inter, natus quinto Aprilis anno 1588. Literis Latinis et Græcis initiatus, in hanc† aulam admissus est anno 1603, ubi operam impendens studiis philosophicis, admissus fuit ad lectionem cujuslibet libri logices 5 Feb. 1607. Post quem gradum quadragesimalibus determinationibus completum, in clientelam simul et familiam D. Gulielmi Cavendish, Baronis de Hardwick,

† Aulam Magdalensem.

Comitis postea Devoniensis, ex commendatione aulæ principalis vocatus est. Apud hunc virum nobilem, cum ingenio *acri*† et industrio, nec tamen injucundo, non levem gratiam iniisset, ab eodem habitus est dignus, ut filio natu maximo in exteras regiones proficiscenti latus tegeret. In Galliam ergo, et inde in Italiam transiens, non mediocrem istarum regionum, sive linguas, sive homines moresque respicias, cognitionem reportavit. Non immemor interim Græcæ et Latinæ linguæ, quas juvenis hauserat, peritiam horis successivis renovandi et augendi, logices et philosophiæ peripateticæ haud usque adeo curiosus, quas negligi passim, et præteriri tanquam scholarum frivola a *viris cordatis*,‡ præ se ferebat; in patriam reversus, poetas et historicos Latinos diligenter relegit, adhibitis etiam grammaticorum celebrium commentariis, non ut floride, sed ut Latine posset scribere, et vim verborum cogitatis congruentem invenire. Inter historicos Græcos Thucydidem præ cæteris dilexit, et vacuis horis in sermonem Anglicum paulatim conversum, cum multa laude anno 1628 in publicum edidit, eo fine ut ineptiæ democraticorum Atheniensium nostris hominibus patefierent. Eodem anno cum Comes Devoniensis diem suum obiisset, cui per viginti annos cliens familiaris adhæserat, in Galliam iterum abiit, filii D. Gervasii Clifton Equitis curam peragens. In qua peregrinatione, Euclidem primum inspexit, methodo ejus, non tam ob Theoremata, quam ob artem ratiocinandi, delectatus. Anno 1631, a Comitissa Devoniæ revocatus est, ut filio ejus, qui tredecennis erat, præceptoris munere fungeretur: quod

† Quod pro sobrio supposuit Decanus. ‡ Hæc ab eodem deleta.

cum post triennium perfecisset, cum eodem in Galliam et Italiam et viæ et vitæ dux peregrinatus est. Dum moraretur Parisiis, principia scientiæ naturalis investigare cœpit. Cum vero hæc in natura et varietate motuum contineantur, quæsivit imprimis qualis motus is esse posset, qui efficit sensionem, intellectum, phantasmata, aliasque proprietates animalium; cogitatis suis, cum Marino Mersenno, ordinis Minimorum, in omni genere philosophiæ versatissimo, *viroque optimo*† quotidie communicatis. An. Dom. 1638, cum pupillo suo (nunc patrono) in Angliam reversus, in ejus familia convixit, instituto interim cum Mersenno prædicto, de rebus naturalibus, epistolari commercio. Interea Scoti, depulsis episcopis, sumserunt arma contra regem, faventibus etiam ministris illis, qui vocari solent Presbyteriani. Itaque convocatum est in Anglia Parliamentum illud notissimum, quod inchoabatur 3 Nov. 1640. Ex iis quæ in Parliamento tribus quatuorve diebus primis consulta viderat, bellum civile ingruere et tantum non adesse sentiens, retulit se rursus in Galliam, scientiarum studio Parisiis tutius vacaturus, cum Mersenno, Gassendo, aliisque viris egregiis, propter eruditionem, et vim in ratiocinando celeberrimis. Cum jam Parisiis ageret, libellum scripsit *rebus permiscendis natum*‡ *De Cive*, quem postea revisit et auxit; quo quasi tempore, prævalentibus Parliamentariis, multi eorum qui partes regias sequuti erant, et in illis Princeps Walliæ (qui nunc regnat), Parisios confluxerunt. Statuerat circa idem tempus, hortatu amici cujusdam nobilis Occitani migrare in Occitaniam, et præmiserat jam quæ sibi

† Hoc ab eodem etiam deletum. ‡ Hæc ab eodem interposita.

necessaria erant; sed commendatus principi ut elementa mathematica illi prælegeret, substitit Parisiis. Quod ab hoc munere temporis habuit vacuum, consumpsit in scribendo librum *monstrosissimum, qui nunc non solum in Anglia, sed in vicinis gentibus publico damno notissimus est,*† nomine *Leviathan*, quem etiam in Anglia edendum curavit, ipse manens adhuc Parisiis, annum agens 63. Aliquanto post, in patriam, inibique in ædes discipuli quondam sui, nunc Comitis honoratissimi Devoniensis invitatus, ibi absolvit libros duos, *De Corpore* et *De Homine*, quos publicavit. *Publicati et alii, in re præsertim mathematica, cui, musis reclamantibus, paralogismorum perpetuus artifex operam infelicissimam addixit.*‡

Vir sane de quo (inter tot prosperæ et adversæ famæ, quæ de eo sparguntur, hominum sermone) hoc verissime pronuntiare fas est; animum ipsi obtigisse, uti omnis scientiæ capacissimum et infertum, ita divitiarum, sæculi et invidiæ negligentissimum; erga cognatos et alios pium et beneficum. Inter eos, quibuscum vixit, hilarem et apertum, et sermone libero. Apud exteros in summa semper veneratione habitum, etc.§

Hæc pro imperio agente decano, Antonius a Wood rem ægre ferens veniam solummodo obtinere potuit, Hobbium de eo quod factum erat certiorem faciendi, ne in libro sub nomine suo prodeunte Hobbius se notatum sentiens, in ipsum postea durius animadverteret.

Hobbius vero tanquam indigna affectus injuria, (quod magnis semper animis a natura insitum fuit, ut optimus

† Hæc ab eodem interposita. ‡ Hæc ab eodem inserta.

§ Hæc et alia permulta ex authoris MS. expunxit Decanus.

quisque maxime gloriæ studio duceretur) sese debito laudis præconio, unica virtutis mercede, spoliatum, et per summam injustitiam, nomini suo insignem ad posteros inustam contumeliam, non dissimulavit. Ad regiam etiam majestatem suam detulit querimoniam, quæ ipsi liberam contra adversariorum calumnias sui defensionem, pro solita clementia, indulsit. Quare epistolam apologeticam ad Antonium a Wood datam, circa comitia Oxoniensia anni 1674 publicavit, quæ in hunc modum se habuit.

EPISTOLA THOMÆ HOBBES, MALMESBURIENSIS, AD ANTONIUM A WOOD, Authorem Historiæ et Antiquitatum Universitatis Oxon. inserenda ad p. 376, lib. ii. ejusdem historiæ.

"Eruditissime Domine, mihique amicissime, indicavit mihi amicus noster communis J. A. ea quæ in libro tuo de Antiquitatibus Academiæ Oxoniensis addidit et delevit Doctor Johannes Fell, Decanus Ædis-Christi, in ea parte, quæ est de Vita mea. Nimirum, ubi mihi tu ingenium attribuis *sobrium*, ille, deleto *sobrio*, substituit *acri*. Quod quidem ille animo malevolo pro convicio posuit. Convicium tamen non est, et facile ferri potest.

"Rursus, ubi tu Marinum Mersennum appellas *virum optimum;* ille, nescio qua invidia, verba illa delevit. Sed contumelia ista non ad me pertinet.

"Tertio, ubi tu scripseras, *libellum scripsit de Cive*, interposuit ille inter *libellum* et *de Cive, rebus permiscendis natum;* ut esset, *libellum scripsit, rebus permiscendis natum, de Cive;* quod ita manifeste falsum est, ut eorum qui temporis illius notitiam quantulamcunque habuerint, nemo illum aut igno-

rantiæ aut malitiæ non sit condemnaturus. Liber enim ille editus est Anno Domini 1642, quo tempore bellum civile per Angliam gereretur, ita ut res, tunc permistæ, permisceri ab illo libro non potuerint.

"Quarto, ubi tu de libro meo *Leviathan* scripsisti, primo, quod esset *vicinis gentibus notissimus*, interposuit ille, *publico damno*, ut esset *vicinis gentibus publico damno notissimus* Deinde ubi tu scripseras, *scripsit librum*, interposuit ille, *monstrosissimum*. Magna quidem fuisset hæc injuria, si ille aut doctrinarum judex idoneus, aut insigni aliqua eruditione domi vel foris notus esset.

"Quinto, quæ tu de moribus meis, de fama apud exteros, de beneficiis in me regiis, &c., tum vere, tum honorifice scripseras, delevit omnia. Et hæc quidem magna tibi facta est injuria; quæ tamen alioqui nocitura mihi non est, (fama enim mea, qualiscunque est, jamdudum pennata evolavit irrevocabilis), sed sibi, academiæ, etiam generi humano. Sibi, propter turpitudinem. Est enim etiam in inimicitiis exercendis aliud alio inhonestius. Itaque inimicitiæ quidem injurias aliquando extenuant. Nam injuriæ apertæ authorem suum ostendunt, sed furtivæ quemlibet potius alium, etiam amicum, discrimini objiciunt. Academiæ, propter eam quam inimicus habet in academia authoritatem. Generi denique humano, eo quod cum cognitum sit, tantum esse hominibus in alienas historias potestatis, nulla non historia suspecta erit. Postremo, quod præter sententiam tuam de *operibus meis geometricis* addidit aut delevit (cum qui hominem norint, non a sua ipsius cognitione, sed fide aliena locutum esse sciunt; et qui non norint, nomen ejus inter mathematicos aliosve eruditos

nunquam audiverunt) movebit neminem. Nulla ergo causa est ut publice cum eo litigem. Neque si esset, facerem. Scio apud omnes gentes, ex ipsa civitatum natura, civibus singulis datam esse actionem injuriarum, Anglice, " an action of the case." Dic ergo quis actor, quis reus, quis judex, quæ erit injuriæ compensatio? Si actor ego sum, reus tu solus eris, qui libri hujus author es. Potes quidem actor esse tu, reus ergo erit Decanus Ædis-Christi, cujus arbitrio, propter sumptus, editionem nimia bonitate tua permisisti. Fac autem actorem esse me, et illum reum, etiam injuriæ damnatum; quis erit damni estimator? Nonne duodecim viri, jurati quidem et legales, adde etiam, boni? Attamen inter damna, nisi quæ pecunia æstimari solent, verba non numerant. Nam scholarium jurgia inter res serias raro habent. Itaque scripto publico ulterius non contendam. Testimonia quidem amicorum amo. Convicia inimicorum parvipendo. Ex *Antiquitatibus Oxoniensibus* nomen meum, si libet, omnino expungant; laudabor tamen a maxima parte academicorum qui nunc sunt, magisque opinor ab iis qui erunt. Præterea homini seni offensarum venia utilior est, quam ultio. Tibi vero, si tanti est, existimationem tuam et veritatem historiæ vindicare, non tantum licet, sed etiam laudibile est. Et siquidem ita tibi expedire visum fuerit, poteris epistolam hanc meam quibuscum volueris communicare. Si quod aliud consilium in hanc rem invenero, antequam hæ literæ tabellario tibi perferendæ committantur, inclusum habebis ipsis literis. Vale.

Londini, April 20, 1674. Tuus,—THOMAS HOBBES."

Decanus autem Hobbii factum stomachatus, anteactorum interim immemor, Antonium a Wood acribus compellat verbis, tanquam mala fide secum agentem, qui ipso inscio clanculam rerum notitiam Hobbio suggesserat: quin et acerbiori sermone in Hobbium invectus est; non decere scilicet senem, jam capularem atque alterum in Charontis cymba pedem habentem, de doctrinæ fama et controversiis literariis solicitum esse; animæ potius saluti consuleret, et de iis, quæ ad faciliorem in beatorum sedes ingressum conferrent, cogitaret. Quum porro ad colophonem Oxoniensis historiæ vacaret folium, ut publica etiam reprehensione Hobbium corriperet, sequentem adjecit epistolam.

Editor Lectori.

"Prodiit nuper charta famosa, quæ epistola Thomæ Hobbes Malmesburiensis ad authorem *Historiæ et Antiquitatum Universitatis Oxoniensis* esse dicitur, et inserenda ad p. 376, in lib. ii. Ne autem incauto lectori fucus exinde fiat, paucis monendum eum duximus, conviciorum sarcinam hanc ad librum prædictum minime pertinere; porro nullam idoneam subesse causam, cur *irritabile illud et vanissimum Malmesburiense animal* adversus historiæ prædictæ editorem invehe-retur. Res tota sic se habet. Magnificum Hobbesio elogium adornavit, aut, quod vero propius, ab Hobbesio ipsi sibi adornatum, huc transmisit quidam dominus J. A. eum in finem, ut operi huic inseri possit: at vero cum ibidem multa occurrerent ab instituto satis aliena et veritati minime consona, pro jure suo illa recognovit editor; ita tamen ut *viro pessime*

de Deo, hominibus, literisque merito, locum inter literatos relinqueret.

"Stomachatur nihilominus Hobbesius, *acre* solummodo *ingenium*, non vero *sobrium* ipsi ab editore attributum. In facti excusationem non opponit editor illorum, qui aut cum ipso scriptisve ejus familiariter versantur, sententiam; sed Hobbesii ipsius appellat fidem, qui, in libello *de Principiis et Ratiocinatione Geometrarum*, hæc habet: *In magno quidem periculo versari video existimationem meam, qui a geometris fere omnibus dissentio. Eorum enim, qui de iisdem rebus mecum aliquid ediderunt, aut solus insanio ego, aut solus non insanio: tertium non est, nisi quod dicet forte aliquis, insaniamus omnes.* Si insanire eum contingat, non ab editore injuria facta est; si alii omnes eruditi mente sua moti insanire illum censeant, non est quod furiosorum sententia illum moveat, nec queratur reperiri hominem unum, qui demens pariter cum fuerit, communi omnium suffragio calculum adjecerit.

"Secundo in loco male habet Hobbesium, quod cum *Historiæ scriptor Mersennum virum optimum appellaverit*, editor malignus *verba illa delevit*. Agnoscimus Hobbesium, aut saltem J. A. sic eum vocasse; sed quando quidem nec historiæ scriptor nec editor novere, albus an ater homo fuerit Mersennus, certe absque illius injuria verba illa in impressis defuere.

"Tertio, probat librum *De Cive rebus permiscendis* minime *natum*, quia anno 1642 prodiit: quasi Miltoni, Aschami, Goodwini, seditiosa scripta rebus permiscendis apta nata non sint, quia post annum prædictum edita.

"Quarto, pariter ostendit *librum suum Leviathan publico damno non fuisse notum*, nec *monstrosissimum* esse, quia editor *nec doctrinarum judex idoneus, aut insigni aliqua eruditione domi aut foris notus.* Belle quidem hæc cohærent. Historiæ editor Hobbesio indoctus videtur; proinde *Leviathan* nec *publico damno* est notus, nec est *monstrosissimus.*

"Quinto, queritur Hobbesius *ea, quæ author de moribus ejus, de fama apud exteros*, &c. scripserat, *delevisse omnia editorem.* Aio hæc omnia D^m J. A., aut forte Hobbesium ipsum, pro eximia, qua pollet, modestia, scripsisse, quæ authori prorsus incomperta, pleraque vero omnino falsa fuisse noverat editor; qui etiam illa, quæ ad partes Cromwellianas fovendas egerit Hobbesius, ut et alia ejus flagitia silentio pressit. Iterum ergo subducat rationes suas vir bonus, et consideret, an non pro conviciis gratiæ editori debeantur.

"Ultimo in loco bilem Hobbesio movet, quod editor *præter sententiam authoris de operibus geometricis addidit aut delevit; cum qui hominem norint, non a sua ipsius cognitione, sed fide aliena locutum esse sciunt; et qui non norint, nomen ejus inter mathematicos aliosve eruditos nunquam audiverunt.* Sed quid lucrabitur Hobbesius, si ejus παροράματα adeo sint immania, ut vel a Tyronibus deprehendi possint: agnoscentem superius audivimus, egregias suas demonstrationes tam conspicuæ esse evidentiæ, *ut omnibus, qui de iisdem rebus secum aliquid ediderunt*, hoc est geometris universis, insanire videatur. Sed ab homine, qui reverendissimum Sarisburiensem Episcopum, Clariss. Wallisium Professorem Savilianum, aliosque eruditissimos viros pro indoctissimis habuerit, contumelia conjungi, in elogium cedet: sobriis rerum æstimatoribus

admodum bonus videbitur, qui Hobbesio displicuerit; satis eruditus, quem ille mortalium ἀμαθέστατος literarum imperitum affirmaverit.

"Hæc proinde non eum in finem dicta sunt, ut furioso homini satisfiat, sed ut intelligat lector nullam Hobbesio, nec historiæ, nec academiæ, nec generi humano, quicquid ex adverso inclamet *chartæ famosæ scriptor*, injuriam factam, quod dictata viri pestifera notaverit, et obnoxias, ut nihil gravius dicam, sibi blandientis Hobbesii, aut domini J. A. laudes Universitatis Oxoniensis annalibus inseri, nisi prius castigatas, non permiserit editor."——Hactenus ille.

Hobbius autem tum conscientia propria, tum doctorum testimoniis satis fretus, cum decano contentionis funem ducere recusavit, ulteriore responso dedignatus. Suspicandi tamen ansam arripuerunt nonnulli, Hobbium a decano tam duriter habitum, eo minus in libro *De Bello Civili Anglicano* suam de doctrina et regimine academico sententiam dissimulasse.

[Obiter autem ut moneam, de censorio in authores jure, videantur R. P. Jacobus Gretserus e Soc. Jes. libro de jure, modo, et more prohibendi, expurgandi et abolendi libros noxios et hæreticos: R. P. Theophili Raynaudi S. J. Erotemata de malis ac bonis libris, deque justa aut injusta eorundem confixione: R. P. Antonius Possevinus S. J. in bibliotheca, et libro de cultura ingeniorum, nec non varii pontificiorum Indices prohibitorii et expurgatorii, Hispanicus, Romanus, Tridentinus.]

Eodem anno 1674, etiam seni pene nonagenario, faventibus Musis, libros aliquot ex Homeri *Odyssea*, specimen integri operis Homerici mox prodituri, vernaculo sermone evulgavit;

ubi, si quis juveniles æstus et furores poeticos desideret, Mæonii tamen senis spiritum a Malmesburiensi nostro sermone maxime accommodato expressum, necesse est fateatur.

Mense Julio ejusdem anni Londinum reliquit, cum animo nunquam revertendi, quibus hactenus se oblectaverat studiis, quoad vita suppeteret, vacaturus. Quod autem inter rara felicitatis exempla numerandum est; summo ingenii vigore et sensibus integris ad obitum usque in philosophia et mathesi se assiduo exercitavit, et quod magis mirum, poesin exercuit, qua propriis animi conceptibus exprimendis, qua aliorum transferendis.

Anno 1675, cum Homericum tentamen non exiguo literatorum plausu exceptum constaret; Homeri *Iliada* et *Odysseam* conjunctim Anglicano carmine evulgavit, *Dissertatione de Heroici Poematis Virtutibus præmissa.*

Anno 1676, edidit *Controversiam de Libertate et Necessitate Humanarum Actionum*, cum Benjamino Laney Episcopo Eliensi olim agitatam.

Anno 1678, prodiit *Decameron Physiologicum*, sive *de Naturali Philosophia* libri decem, una cum lineæ rectæ ratione ad arcum quadrantis dimidium: quo tempore etiam opus ejus de *Bello Civili Anglicano*, ipso minime conscio, in lucem emersit, cujus occasione epistolam sequentem ad librarium G. C. transmisit.

"Dialogum de *Bello Civili Anglicano* diu est quod publici juris factum voluissem; quem in finem Regi obtuli, cui, paucos post dies cum libellum perlegisse mihi visus esset, supplicavi, ut imprimendi facultatem concederet. Rex autem, solita me excipiens gratia, postulatum prorsus abnegavit. Quare libri

apographum tibi concessi, authenticum autem dedi amico nobili et docto, anno abhinc defuncto. Sua Majestas, ad quam maxime spectat qui libri in publicum prodeant, me longe melius novit, quid facto opus sit. Nollem itaque hac in re in ipsius offensionem incurrere; neque te huic negotio immisceas, rogo. Ne vel minimas in libro publicando sustinerem partes, quovis pretio redimerem.

Jun. 19, 1679. Tuus—T. HOBBES."

Circa medium Octobris, anni 1679, urinæ suppressione correptus est; medici autem ob grandem ætatem, de morbo quovis remediorum apparatu penitus amovendo, ipsoque in integrum restituendo, desperabant. Vicesimo Novembris Devoniæ Comite cum universa familia a Cattiswortho Hardovicum transmigrante, Hobbius patronum comitandi animo obstinatus, lecticæ impositus viæ committitur, ex itinere nihil quicquam molestiæ pati visus. Nihilominus sex septemve diebus præterlapsis, dextri lateris consummata paralysi affectus, et loquelæ usu privatus est. Posthæc pauculos dies supervixit, parum sumens alimenti, dormiens plurimum, per intervalla loqui conatus, sed frustra: toto morbi decursu, vix febrile aliquod symptoma comparuit; ita ut ob extremam senectutem, extincto biolychnio et deficiente vitæ fomite, quam ægritudinis violentia e vivis excedere videretur. Obiit autem quarto Decembris 1679.

Elatus est ex ædibus patroni sui, pompa non magna, sed officio funeris satis decoro. Sepultus est in ecclesia vicina de Hault Hucknall, sacerdote secundum Ecclesiæ Anglicanæ formulas exequiarum justa celebrante Conditus est juxta

tumulum Comitissæ Devoniæ (Gulielmi, qui nunc Comes est, aviæ) sub nigro marmore, cujus inscriptio solummodo locum ejus natalem, tempus etiam natale et emortuale præ se fert.

Nunc autem operæ pretium videtur, nonnulla paulo specialius describere, quæ ad corporis habitum, animi mores, et ingenii studia attinent; cognitu forsan haud ingrata, etiamsi superius aliquantum delibata.

Itaque ut inde incipiam, statura illi procerior fuit, habitus gracilis, cutis tenerrima, qua de causa, ne frigidior aer poros subiret, crassioribus indutus vestibus quovis anni tempore incessit. Faciem habuit satis decoram; frontem amplam, et in rugas proniorem; oculos vividos, et quasi scintillantes; visum acutissimum, et ad obitum usque satis firmum; nasum oblongiorem, genas rubore temperatos; capillitium, antequam incanuit, nigrum; barbam autem subflavam; cujus mystacem labro superiore natura intortam gessit, sub inferiore pilos aluit, sed paucos; ne, quod multis in more est, barbam philosophiæ indicem constitueret. Effigies ejus a Sam. Coopero, celeberrimo pictore, delineata, inter Κειμήλια regia asservatur; quæ et multoties cælo sculptorio adumbrata publice habetur. Temperamento præditus est sanguineo-melancholico, ad virtutis et sapientiæ excellentiam maxime proprio; quali naturæ habitui non philosophi modo et poetæ, sed et futurorum conscii vates, si veterum placitis stare fas est, plurimum debuerunt.

Primis annis invaletudinarius fuit, et in icteritiam admodum propensus; progressu tamen ætatis, et circa annum quadragesimum, valetudine usus est satis confirmata. Toto autem vitæ decursu raro decubuit, aut pharmacum sumpsit. Circa annum

sexagesimum manuum tremore, paralyseos præcursore, affectus est.

In victu non admodum curiosus, nullum cibi genus fugit, quo populus utitur: ætate magis provecta, statam semper prandii horam observavit; postea, paucis tabaci haustulis contentus, a cœna prorsus abstinuit.

Ætate adhuc intra juventutis terminos constante, (liceat verum fateri) nec abstemius fuit, nec Μισόγυνης.

——— "Hæc omnia mediocriter.
Homo fuit, humani nihil a se alienum putavit."

Celibatum nihilominus tenuit, tanquam philosophiæ studiis maxime commodum.

Exercitio corporis multo utebatur, pila palmaria sæpe lusit, quamdiu præ senectute licuit, etiam ultra annum septuagesimum. Ejus in locum, quum opus erat, fortiores deambulationes substituit; post quas, adhibitis frictionibus, in lecto se ad quietem componere solitus est; ultima ætate, cum deambulare amplius vix poterat, cubiculo ex arte calidiore facto, frictiones solum, ad motum sanguini alias forte stagnaturo conciliandum, usurpavit.

Quoad mores; oportet primum de religione testimonium dicere. Deum autem agnovit, eumque rerum omnium originem, intra angustos tamen humanæ rationis cancellos nullatenus circumscribendum. Quare fortiter calumniati sunt, qui ipsum atheismi reum detulerunt; quod inde forsitan profectum, quia scholasticorum aliorumque isto de grege morem rejecerat, qui otiosi in musæis suis sedentes, juxta imbecillem ingenioli sui captum, naturæ divinæ incomperta affingunt attributa. Nec minus falso a nonnullis insimulatus est, tanquam solitu-

dinem fugeret, spectra metuens et phantasmata, vana stultorum terriculamenta, quæ philosophiæ suæ lumine dissipaverat; non injuria tamen forte subveritus est ne ab illis ad Plures mitteretur, quorum commodis adversatus, ipsorum artificia ac versutias publico aperte conspiciendas præbuisset. Religionem Christianam quatenus in ecclesia Anglicana, resectis superstitionis ineptiis, regni legibus stabilitur, ex animo amplexus est; quam etiam, contra pontificiorum simul et sectariorum insultus, strenue propugnavit. Controversias quidem theologicas maxime aversatus est: quicquid autem ad pietatis exercitia aut bonos mores conferret, plurimi fecit. Sanctius illi et reverentius visum, *De Deo credere, quam scire.* Sacerdotes interim inculpare solitus est, qui Christianam religionem absolutam ac simplicem, vel superstitione macularent, vel† inanibus, interdum profanis speculationibus implicarent.

Optime autem populo consultum fore censuit, si scholasticorum dogmatum vice, æqui rectique præcepta, et cujusque imperii leges civiles publice recitarentur, quibus homines ad suum erga magistratus obsequium mutuaque vitæ civilis officia formarentur. Ipse etiam conatus est maxime, ut post rectos de summo numine conceptus, dictis vitæ officiis tam publicis, quam privatis, ad virtutis et prudentiæ dictamen rite fungeretur. Itaque patriæ commodis impense studuit; et Regi, patriæ patri, fidelissime inservivit; in amicis colendis religiosus fuit, in cognatos summe munificus; cui fidem faciat fundus hæreditarius, pretii non contemnendi, multis ab hinc annis fratri dono datus; quod etiam nepotem ex fratre bonorum decoctorem ducentis libris Anglicanis sublevavit;

† *Διὰ βεβήλους, κενοφωνίας, μωρὰς, καὶ ἀπαιδεύτους ζητήσεις.*

ut taceam quæ in suos in fortuna non adeo lauta constitutos testamento prudentissime dispensavit. Erga pauperes etiam admodum liberalis, erga universos ad omnem justitiæ et humanitatis rationem accommodatus.

Quantam itaque in republica literaria tyrannidem affectant, qui talem tantumque virum, ut humani generis pestem et capitalem religionis omnisque civilis consortii inimicum proscribunt, ejusque philosophiam tanquam pessime moratam, impietate, injustitia, nequitia, discordia denique fœtam e manibus hominum excutere contendunt? quum interim terantur passim Philostrati, Porphyrii, Iamblici, Luciani, Eunapii, Rutilii, Zosimi, aliorumque Christiani nominis hostium scripta, doctorum insuper vindiciis ornata; neque Alcoranum inspicere nefas esse, emissa pro sua Alcorani editione apologia, ostendit Theodorus Bibliander, vir ut incomparabilis doctrinæ, eloquentiæ, ac tribus in linguis præstantiæ, sic pietate, moribus et vita exemplar omnium, si Gesnero Varroni Tigurino† fides adhibenda.

Justum igitur examen subeant Hobbiana, prudentes, æquos, affectibus liberos experiantur judices: quod verum atque bonum in humanos usus transferatur; quod secius, quo minus damnetur, non recusamus. Vis illa cœlestis, quæ cuncta regit ac moderatur, universa bonis malisque variegata sustinet: nos interim, ob quædam quæ arrideant minus, optima quæque de medio tollere, æquum non est. Frustra veritati ignorantiæ clypeus præfertur: diuque nimis in communem literaturæ perniciem, grassatus est importunus quorundam mos, qui, opinionum suis adversarum gratia, doctis authoribus bellum

† In Bibliotheca.

indixerunt; scriptaque sæpenumero flammis prosequentes, tot præclara senioris ævi monumenta latrocinio quodam posteris surripuerunt. Sed provectus ultra quam par est, ad institutum redeo.

Consuetudo ejus ut prodesset, conjuncta rerum ponderi sermonis gravitas, ut delectaret, facetiæ effecerunt. In responsis natura mire promptus, alioquin ex judicio ad deliberandum, sive, ut ipse maluit dicere, computandum, propensior fuit. Animo apertus ac simplex, alios instruendi cupidus, ad conceptus animi impertiendos facillimus. Omnibus comis et mansuetus, nisi forsan novitii aliqui, ingenii ostentandi gratia, frivolis ipsum quæstionibus et cavillis torquerent. In neminem invectus est, nisi qui læsit prius. Suarum quidem opinionum fuit tenacior paulo.

Ingenium nactus est ad omnia natum, atque institutum, quicquid occurreret, perspicaci judicio animadvertit: animus illi indefesse cogitabundus: cuicunque se addixit materiæ, in ea pertinacissime versatus est. Illorum ignaviam detestatus est, qui, cæca credulitate solis partium suarum principiis astricti, non lubenter ferunt alios ultra carceres, quibus ipsi continentur, prodire, et arcana rerum mysteria penetrando, philosophiæ limites propagare.

Lectio ejus pro tanto ætatis decursu non magna; authores versabat paucos, sed tamen optimos. Homerus, Virgilius, Thucydides, Euclides, illi in deliciis erant. Ingentem librorum supellectilem, qua superbiunt bibliothecæ, non magni fecit, cum mortales plerumque pecorum ritu antecedentium insistentes vestigiis, vix extra tritas calles et semitas ab ipsis, quorum tutelæ et regimini subsunt, præstitutas evagari

audeant; cum etiam† qui omnem illam scriptorum varietatem, qua artes et scientiæ exultant, diligentius introspiciat, ubique inveniet ejusdem rei repetitiones infinitas, tractandi modis diversas, inventione præoccupatas; ut omnia primo intuitu numerosa, facto examine pauca reperiantur. Quin et illud sæpe dicere solitus est, quod si tantum libris incubuisset, quantum alii e literatis vulgo faciunt, eadem cum illis ignorantia laborasset.

Quoniam autem optimorum amicitia et consuetudo non leve probitatis argumentum ducitur, vixque malus esse possit qui aut bonos colit, aut a bonis colitur; amicorum ejus indicem proponere animus est. Ante omnes vero, debito cum honore meritisque gratiis, (post Majestatem Regiam fautorem ejus benignissimum) memorandi veniunt illustrissimi Devoniæ Comites, hæreditario quasi jure Mæcenates Hobbiani. Quod sane non solum ingenii ac literarum, sed etiam naturæ atque virtutis, ut domus, quæ ejus adolescentiæ prima fuerit, eadem esset familiarissima senectuti.‡

AMICORUM ELENCHUS.

Franciscus Baconus Verulamius, Magnus Angliæ Cancellarius. Obiit 1626. Vita ejus sæpius edita est: opera satis nota sunt.

Ed. Herbert, Baro de Cherbury. De eo et scriptis, vide Guil. Dugdale de Baron. Angliæ. Obiit 1648.

Hon. Carolus Cavendish, Eques Auratus, illustris. Guil. Marchionis, postea Ducis Novi Castri, frater unicus, mathematicus summus. Obiit 1653.

† Verulam præf. in Nov. Organ.

‡ Cic. pro Arch. Poet.

Benj. Jonsonus, Poeta Laureatus. Obiit 1637. Vide Ant. a Wood, Hist. et Antiq. Oxon. vol. ii. p. 273.

Robertus Aytonus, Eq. Aurat. Nobilis Scoto-Britannus, Annæ et Mariæ Angliæ Reginis ab Epistolis, nec non a Consiliis et Libellis Supplicibus. Obiit 1638; vide *Delicias Poetarum Scotor.* 12mo. Amst. 1637, a pag. 35 ad 76; et epitaphium ejus in templo Westmonasteriensi.

Galileus Galilei, mathematicorum sui ævi facile princeps. Obiit 1641. Vide *Elogii d'Uomini letterati*, di Lorenzo Crasso.

Franciscus Niceronus, O. M. Thaumaturgo Optico celebris. Obiit 1646.

Marinus Mersennus, O.M. scriptis clarus. Obiit 1648.

Petrus Gassendus, Parisiis Matheseῶs Professor Regius. Obiit 1655. Vide Sorbierii Præf. in Op. Gassendi.

Renatus Cartesius, Mathesi admirandus, et Philosophiæ columen. Obiit Holmiæ Suecorum 1650, Ætat. 54. Vitam ejus scripsit Petr. Borellus, M.D. Vide etiam Jo. Tepelii Historiam Philosophiæ Cartesianæ.

Hieronymus Verdusius, nobilis Aquitanus, cui sex Dialogos de Examine et Emendatione Matheseῶs hodiernæ inscripsit, nec non Poema de Vita propria. De eo vide Sorbierii Præfat. in Op. Gassendi.

Kenelmus Digbeus, Eq. Aurat. nobili genere, scriptisque illustris, Reginæ Mariæ Cancellarius. Obiit 1665. Vide Ant. a Wood, Hist. et Antiq. Oxon. vol. ii. pag. 383.

Jo. Seldenus, honos Britanniæ quo elogio illum Grotius celebrat in Annot. ad lib. ii. *de Jure Belli et Pacis*, cap. ii. num. 2. Vide etiam Ant. a Wood, ibid. p. 349. Obiit 1654.

Guil. Harveius, MD. Libris de Sanguinis Circulatione et Animalium Generatione clarus. Obiit 1657.

Guil. Chillingworth, Ecclesiæ Anglicanæ Hyperaspistes. Obiit 1643. Vide Ant. a Wood, ibid. pag. 273.

Abrahamus Cowleius, Musarum Deliciæ. Obiit 1667. Vitam ejus eleganter descripsit Tho. Sprat, S.T.D.

Edmundus Wallerus, inter Poeseώs Anglicanæ Principes numerandus. Obiit 1687.

Sidneius Godolphinus, amicus ejus intimus, qui pro jure regio fortiter pugnans occubuit; qui etiam Hobbio ducentas libras Anglicanas testamento legavit, cujus memoriam recolit in Præfatione ad *Leviathanem* Franc. Godolphino, fratri ejus germano, inscriptum.

Jo. Vaughan, Summus Angliæ Justitiarius in Banco Placitorum Communium, vir doctissimus. Vita ejus habetur præfixa relationibus Casuum Forensium ab ipso collectis. Obiit 1674.

Carolus Scarburgh, Medicus Regius, Eques Auratus. Obiit 1696.

Richardus White, sive Albius, Hemisphærii Dissecti author. Obiit circa 1650.

Jaspar Mayne, Ædis Christi Oxon. Canonicus. Obiit 1672. Vide Ant. a Wood, Ant. Oxon. lib. ii.

Guil. Davenant, Eq. Aurat. Poeta Laureatus. Obiit 1668. Vide Ant. a Wood. Antiq. Oxon. lib. ii. p. 168.

Franc. Osborn, scriptis vernacule editis celebris. Obiit 1659.

Rad. Bathurst, S.T.D. Decanus Bathoniensis. Obiit 1704.

Ed. Hide, Clarendoniæ Comes, summus Angliæ Cancellarius, qui quamvis ab Hobbio dissenserit, in præloquio tamen

libri contra ipsum scripti, veteris inter illos amicitiæ, nec non probitatis et doctrinæ Hobbianæ testimonium posuit. Ob. 1673.

Gualt. Charlton, MD. scriptis et praxi clarus. Vide Ant. a Wood, Antiq. Oxon. pag. 377, lib. ii. Obiit 1707.

Sam. Butlerus, author satyræ ingeniosissimæ cui nomen *Hudibras*. Obiit 1680.

Ant. a Wood, *Historiæ et Antiquitatum Oxoniensium* author celeberrimus. Obiit 1695.

Hen. Blunt, Eq. Aurat. vir summi ingenii. Obiit 1682.

Jo. Albericus, vulgo Aubry, e Soc. Reg. Armig. amicus ejus in primis, ex vicinia Malmesburiensi oriundus, et sub communi præceptore institutus, vir publico bono magis quam suo natus; qui princeps mihi scribendi ansam præbuit, et materiam humaniter suppeditavit. Obiit circa 1700.

LIBRORUM QUOS SCRIPSIT HOBBIUS TITULI SEQUUNTUR.

[Ex Ant. a Wood, *Hist. et Antiq. Oxon.* lib. ii. p. 376.]

Elementa Philosophica de Cive, 4to. Paris, 1642, et Amstel. 1647, 1650, 1660, et 1669, 12mo.; et 4to. ibid. 1668, Latine; et 8vo. 1651, Anglice; et 8vo. 1649, Gallice.

De Mirabilibus Pecci, 8vo. Lond. 1636; et 4to. ibid. 1666, ibid. 1675, Lat.

De Natura Hominis, Lond. 1650, et 1651, 12mo. Angl.

De Corpore Politico, sive Elementa Juris, 12mo. Lond. 1650, Anglice; et 12mo. Amstel. 1653, Gallice.

Leviathan, sive de Republica, fol. Lond. 1651, 1680, Angl. et 4to. Amstel. 1668, Lat.; 8vo. ibid. 1667; et 4to. ibid. 1678, Belgice.

Appendix ad Leviathanem, 4to. Amst. 1668, Latine.

Elem. Philosophiæ Sectio prima de Corpore, 8vo. Lond. 1655, Lat. et 4to. ibid. 1656, Angl. et 4to. Amst. 1668; Lat.

Prælectiones Sex ad Professores Savilianos, 4to. Lond. 1656.

Characteres sive Indicia absurda Geometriæ &c. Doctoris Wallis, 8vo. Lond. 1657; Angl.

De Homine, sive Elementorum Philosophiæ Sectio Secunda, 4to. Lond. 1657, et 4to. Amstel. 1668; Lat.

Quæstiones de Libertate, Necessitate et Casu, contra Doctorem Bramhallum, Episc. Derriensem, 4to. Lond. 1656; Angl.

De Principiis et Ratiocinatione Geometrarum, 4to. Lond. 1666, et Amst. 1668; Lat.

Dialogus Physicus, sive de Natura Aeris, 4to. Lond. 1661, et 4to. Amst. 1668; Lat.

De Duplicatione Cubi, 4to. Lond. 1661, et Amst. 1668, Lat.

Problemata Physica, una cum Magnitudine Circuli, 4to. Lond. 1662, et 4to. Amst. 1668; Lat.

Examinatio et Emendatio Mathematicæ Hodiernæ, sex Dialogis, 4to. Lond. 1660, et 4to. Amst. 1668; Lat.

Quadratura Circuli, Cubatio Sphæræ, Duplicatio Cubi; una cum Responsione ad Objectiones Geometriæ Professoris Saviliani, Oxoniæ editas, anno 1669, 4to. Lond. 1669; Lat. Omnia Magno Principi Etruriæ Cosmo Mediceo dicata.

Rosetum Geometricum, sive Propositiones aliquot frustra antehac tentatæ, cum Censura brevi Doctrinæ Wallisianæ de Motu, 4to. Lond. 1671; Lat.

Rescripta tria ad Regiam Societatem contra Doctorem Wallis, 4to. Lond. 1671; Angl.

Principia et Problemata aliquot geometrica ante desperata, nunc breviter explicata et demonstrata, 4to. Lond. 1672 et 1674.

EJUSDEM CATALOGI SUPPLEMENTUM.

Thucydides e Græco Anglice versus, fol. Lond. 1628, 1634, et 1676, et sæpius.

Objectiones in Cartesii de prima Philosophia Meditationes (vulgo audiunt objectiones tertiæ) cum iisdem Cartesii Meditationibus, Parisiis et Amstelodami sæpius editæ.

Tractatus Opticus, in quo ex propriis hypothesibus Refractiones prosequitur, quem Cogitatis suis Physicomathematicis (4to. Paris. 1644 editis) in Opticæ suæ Complementum inseruit M. Mersennus; qui ipsum ibi Virum Nobilem et Subtilissimum Philosophum appellat.

Epistolæ ad Cartesium nonnullæ, quas tom. iii. Epistolarum Cartesii videre est.

Responsum ad Epistolam Gul. Davenant, Eq. Aurat. de Poeseῶs, Heroicæ præsertim, Natura, 12mo. Paris, 1650, Anglice, et sæpius cum Gondibertiade.

De Libertate et Necessitate, 12mo. Lond. 1654; Angl.

Lux Mathematica, 4to. Lond. 1672; Lat.

Ulyssis Itinera, sive *Odysseæ* Homericæ libri IX—XII. versibus Anglicanis, 8vo. Lond. 1674.

Epistola ad Ant. a Wood, 1674; Lat. folio unico.

Homeri *Ilias* et *Odyssea* Anglicano Carmine expressæ, una cum Præfatione de Virtutibus Heroici Poematis, 8vo. Lond. 1675, et 1677, et 1686.

Litera ad Gulielmum Novi-Castri Ducem de Controversia circa Libertatem et Necessitatem habita cum Benj. Laney, Episcopo Eliensi, 12mo. Lond. 1676.

De Mirabilibus Pecci liber, Angl. et Lat. 8vo. Lond. 1678.

Decameron Physiologicum, sive Dialogi decem de Philo-

sophia Naturali; cui adjecta est Ratio Lineæ Rectæ ad arcum Quadrantis dimidium, 8vo. Lond. 1678; Angl.

Considerationes de Fama, de Fidelitate in Regem, Moribus et Religione T. Hobbes Malmesburiensis, 4to. Lond. 1662, et 8vo. ib. 1672 et 1680; Angl.

De Bello Civili Anglicano, ab anno 1640 ad 1660, Dialogus, 8vo. 1679. Qui ipso inconsulto prodiit. In MSS. emendatior habetur.

Vita Ejus Latino Carmine, 4to. Lond. 1679, 8vo. ibid. 1681, et 4to. Amst. 1682. Eadem, Angl. fol. Lond. 1680.

Narratio Historica de Hæresi, ejusque Pœna, fol. 1680; et 8vo. 1682, Angl.

Epistola præfixa Principi Anglicanæ Hon. Ed. Howard, Edit. 8vo. 1669; Angl.

Dicitur etiam edidisse Compendium Rhetoricæ Aristotelicæ, et Logicæ Rameæ, circa annum 1652; nomine suo non apposito. [Editum 12mo. Lond. s. a. et 8vo. ibid. 1681.]

Problemata Philosophica Septem, et Propositiones Geometricæ Duæ, 8vo. Lond. 1682, Angl.

IN SCHEDIS MSS. ASSERVANTUR.

Dialogus inter Philosophum et Juris Anglicani studiosum; Angl. [Edit. 8vo. Lond. 1681.]

Historia Ecclesiastica Romana, Poema supra bis mille Versibus constans, ubi de Superstitionis Origine, progressu &c. [Post Mortem Auctoris edita est 8vo. Aug. Trin. (Lond.) 1688, Latine: Versio Anglicana, 8vo. ibid. 1722.]

Defensio *Leviathanis* adversus Librum D. Bramhalli cui Titulus *Captura Leviathanis*. [Edit. 8vo. Lond. 1682, Angl.

Et alia nonnulla.

TRACTATUUM CONTRA HOBBIUM EDITORUM SYLLABUS.

Jo. Wallisii S. T. P. in Academia Oxoniensi Geometriæ Professoris Saviliani Elenchus Geometriæ Hobbianæ, 8vo. Oxon. 1655; Lat.

Ejusdem, debita Correctio Tho. Hobbes, Responsi vice ad Lectiones ejus in Matheseῶs Professores directas, 8vo. Oxon. 1656; Angl.

Ejusdem, Hobbiani Puncti Dispunctio, ubi respondetur Libro ejus dicto ΣΤΙΓΜΑΙ, 8vo. Oxon. 1657; Angl.

Ejusdem, Hobbius Heautontimorumenos, sive contra Dialogos ejus Physicos Dissertatio, 8vo. Oxon. 1662; Angl.

Ejusd. Hobbianæ Quadraturæ Circuli, Cubationis Sphæræ, et Duplicationis Cubi, confutatio, 4to. Oxon. 1669; Lat.

Ejusdem, T. Hobbii Quadratura Circuli, Cubatio Sphæræ, Duplicatio Cubi (secundo edita) denuo refutata, 4to. Oxon. 1669; Lat.

Alexandri Rossæi Abredonensis Animadversiones in Hobbii *Leviathanem*, 8vo. 1653; Angl.

Gulielmi Morani Animadversiones in Elementorum Philosophiæ Sectionem primam quæ est de Corpore, editam a T. Hobbes Anglo Malmesburiensi, 8vo. Bruxellis, 1655. Huic Tractatui etiam insertæ sunt Andreæ Tacquet, S. J. Animadversiones in Libri ejus partem quæ Mathematica est.

Sethi Wardi, S. T. D. in Academia Oxon. Astronomiæ Professoris Saviliani, in Tho. Hobbii Philosophiam Exercitatio Epistolica, cum Appendicula Responsoria ad Calumnias Hobbii in Authorem congestas, 8vo. Oxon. 1656; Lat.

Jo. Bramhalli, S. T. D. Episcopi Derriensis, Defensio veræ

Libertatis Actionum Humanarum ab antecedenti et extrinseca Necessitate, responsi loco ad Librum T. Hobbes Malmesburiensis super eodem Argumento, 8vo. Lond. 1655; Angl. et fol. Dublin, 1677.

Ejusdem, Castigationes ultimarum Hobbii Animadversionum de Libertate et Necessitate, cum Appendice cui Titulus *Captura Leviathanis*, 8vo. Lond. 1658, et fol. Dublin, 1677; Angl.

Idem etiam scripsit Sexaginta Objectiones in Librum Hobbii *De Cive*, in materia partim Theologica, partim Philosophica, quas Hobbio transmisit, quæ tamen editæ non sunt.

Gul. Pike, Christophili, Observationes in duo priora capita *Leviathanis* T. Hobbii, 8vo. Lond. 1658; Angl. Verus author est Gul. Lucy, S. T. D., postea Episcopus Menevensis.

Ejusdem Confutatio Errorum in Cap. xii. xiii. xiv. *Leviathanis*, 12mo. Lond. 1657, Angl.

Ejusdem, Observationes, Censuræ, Confutationes variorum Errorum in *Leviathane*, 4to. Lond. 1663; Angl.

Ejusdem, Observationum pars altera, 4to. Lond. 1673; Angl.

Hon. Rob. Boyle, Examen Dialogi Physici Tho. Hobbes, quatenus respicit Librum ejus de Novis Experimentis circa Aerem, cum Appendice de Doctrina Hobbiana de Fluiditate et Firmitate, 4to. Lond. 1662; Angl.

Ejusdem, Dissertatio de Vacuo contra Hobbium, 8vo. Lond. 1674, Angl., et 12mo. Oxon. 1676, Lat. inter alia opuscula.

Rob. Filmer, Eq. Aurat. Observationes de Origine Dominii, contra Hobbium, Miltonum, Grotium, etc. 4to. Lond. 1652; 8vo. ib. 1653, et 8vo. ib. 1679; Angl.

Georgii Lawson, Parochi de More in Comit. Salop. Examen Partis Politicæ *Leviathanis* Hobbiani, 8vo. Lond. 1657; Angl.

Rob. Sharrock Nov. Colleg. Oxon. Soc. LL. D. De Finibus et Officiis secundum Naturæ Jus, unde Casus omnes Conscientiæ, quatenus notiones a Natura suppetunt, judicari possint; Ethnicorum simul et Jure, præsertim, Civili, Consultorum consensus ostenditur, principia item et rationes Hobbesii Malmesburiensis ad Ethicam et Politicam spectantes, quatenus huic Hypothesi contradicere videantur, in examen veniunt, 8vo. Oxon. 1660; et ibid. 1682, Lat.

Gisberti Cocquii, A. et Phil. Doct. Vindiciæ pro Lege et Imperio, sive Dissertationes duæ, quarum una est de Lege in communi, altera de exemptione Principis a Lege, institutæ potissimum contra Tractatum Hobbii *de Cive*; accessit Gisb. Voetii Disquisitio Textualis ad 1 *Sam*. viii. De Jure Regio Hebræorum, 12mo. Ultrajecti, 1661.

Ejusdem, Hobbes ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΣ, sive Vindiciæ pro Lege, Imperio, et Religione, contra Tractatus Thomæ Hobesii, quibus Tit. *De Cive* et *Leviathan*, 12mo. Ultraj. 1668.

Ejusdem, Vindiciæ pro Religione in Regno Dei Naturali, contra Hobbes *De Cive*, cap. 15; *Leviathan*, cap. 31. Ibid. 1668, 12mo.

Ejusdem, Hobbesianismi Anatome, qua innumeris Assertionibus ex Tractatibus *De Homine*, *Cive*, et *Leviathan*, juxta seriem locorum Theologiæ Christianæ, Philosophi illius a Religione Christiana Apostasia demonstratur et refutatur, 8vo, Ultrajecti, 1680 et 1688.

Tho. Tenison, Cantabrig. S. T D. Symbolum Fidei Hob-

bianæ examinatum, ficto inter ipsum et Theologiæ studiosum Colloquio, 8vo. Lond. 1670, et 1671; Angl.

Rich. Cumberland, Cantabrig. S. T. D. de Legibus Naturæ Disquisitio Philosophica, contra Hobbium instituta, 4to. Lond. 1672; et Francof. 1683, Lat.

Jo. Templer, S. T. D. Cantabrig. Idea Theologiæ *Leviathanis*, in qua proponuntur, 1. Leviathanis Dogmata; 2. Dogmatum defensio ab authore; 3. Defensionis examen; 8vo. Cantab. 1673; Lat.

Jo. Eachard, Cantabrig. S. T. D. Dialogus inter Timotheum et Philautum, in quo Dogmata Hobbiana sugillat, 8vo. Lond. 1672; et ibid. 1696, Angl.

Ejusdem Dialogus secundus inter easdem personas, 8vo. Lond. 1673; Angl.

Ed. Hide, Clarendoniæ Comitis, Brevis Conspectus Errorum Ecclesiæ et Civili Regimini perniciosorum, qui continentur in *Leviathane* T. Hobbii, 8vo. Lond. 1674, et 4to. Oxon. 1676; Angl.

J. Shafto, Magna Naturæ Lex sui ipsius conservandi examinata, asserta et vindicata contra Abusus illi suppositos a T. Hobbes Malmesburiensi, 8vo. Lond. 1673; Angl.

Gul. Howell, Parochi de Fittleworth in Comitat. Sussex, Spiritus Prophetiæ, contra Hobbii *Leviathanem*, et Tractatum Anonymum *de Humana Ratione*, 8vo. Lond. 1679; Angl.

Behemoth Arraniatus, sive Vindiciæ Juris Privati contra Libellum Fanaticum cui titulus *Behemoth*, sive *Historia Belli Civilis Anglicani*, ab anno 1640 ad 1660, sub nomine T. Hobbes Malmesburiensis, in lucem edita. Authore J. Whitehall, de Interiori Templo, J. C., 8vo. 1679. Lond. Angl.

EORUM QUI IN SCRIPTIS SUIS HOBBIO CONTRADIXERUNT INDICULUS.

Sethus Wardus, S.T.D. Præfat. ad *Tentamen de Dei Existentia et Animæ Immortalitate demonstranda*, 12mo. Oxon. 1652, et sæpius; Angl.

Idem, in *Vindiciis Academiarum contra Websteri Academiarum Examen Institutis* (4to. Oxon. 1654; Angl.) adversus Hobbium insurgit, et inter alia plagii dicam ipsi impingit, ac si suam de sensatione hypothesin ex Werneri, celebris mathematici nostratis, schedis suppilasset.

Jo. Franc. Le Grand in *Dissertationibus Philosophicis et Criticis*, 4to. Paris. 1657, p. 27, ubi eum, *Illustrem hujus ævi scriptorem* vocat.

Rob. Sharrock, LL. D. Libro *de Finibus Virtutis Christianæ*, 4to. Lond. 1673, p. 111, 117, 118; Angl.

Hen. Morus, S. T. D. Cantab. Libro *de Immortalitate Animæ*, folio, Lond. 1662, et 8vo. ib. Angl. Et inter *Op. Philosoph.* Lat. fol. Lond. 1679, tom. ii. p. 311. Lib. 1, cap. IX, X. opinionem ejus de Substantiis incorporeis impugnat. Item lib. ii. cap I. et II. p. 227, hypothesin ejus de Sensatione, quam ponit in reactione unius partis materiæ contra alteram, aut saltem in ejus motus continuatione. Et lib. ii. cap. III. p. 337, 338, 339, dogma ejus de Actionum Humanarum Necessitate. Item in *Enchiridio Metaphysico*, 4to. Cant. 1671, et tom. i. Operum Philos. fol. Lond. 1679, cap. II. sect. 9, 10, 11, sententiam ejus, de Gravitate; et cap. XXV. sect. 2, de Sensatione. Passim tamen Ingenium ipsi non vulgare adscribit.

Samuel Rachelius, JCtus, et in Holsatorum Academia,

quæ Kiloni est, Antecessor, libro *de Jure Naturæ et Gentium*, 4to. Kiloni, 1676, a p. 102 ad p. 117 in Hobbium acriter animadvertit. Item a p. 306 ad 311 adversus ipsum disputat.

Jacobus Harrington in *Oceana*, fol. Lond. 1656; Angl. in Politicam Hobbianam sæpius insurgit.

Rad. Cudworth, S. T. D. Cantab. in *Systemate Universi Intellectuali*, folio, Lond. 1678, Ang. philosophiam Hobbianam refutare conatur, licet Hobbii (quod sciam) expresse non meminerit.

Jo. Vesey, Lymericensis Episcopus, in *Vita Bramhalli*, operibus ejus præfixa, Hobbium vehementius perstringit.

Jo. Adamus Osiander, theologus Tubingensis, *Tractatu de Typo Legis Naturæ*, 4to. Tubing. 1660, et 1669, in Hobbium acerbius invehitur.

Regner a Mansvelt, Philos. Profess. in Acad. Ultraject. *Tractatu adversus Anonymum Theologo-Politicum* (B. Spinosam) 4to. Ultraject. 1674, per adversarii latus Hobbium petit.

R. Baxterus, theologus, in scriptis suis Hobbio contradicit.

Sam. Parkerus, S. T. D. Archidiaconus Cantuariensis, &c. libro cui titulus, *Disputationes de Deo et Providentia Divina*, 4to. Lond. 1678, acrem admodum adversus Hobbium censuram exercet.

Idem, in Præfat. p. 12 et 13, eum, tanquam cum Vanino et Epicuro, impietatis socium insimulat.

Idem, libri p. 86, sect. 27, adstruere contendit, quod eadem est Hobbii quæ Epicuri impietas, qui cum sua axiomata in religionis ruinam invenerat, inanibus distinctiunculis eorum impietatem excusare putat; et primum eo quod nihil se movere possit, nullum esse numen.

Idem, sect. 28. Hobbium nihil demonstrare, sed quicquid demonstrare jactat, inepte et impudenter arripuisse, cumque nullam esse religionem velit, nisi quæ jusserit civitas, omnem sustulit.

Idem, sect. 29. Hobbius Deum esse aperte negat, cum eum nec corporeum nec incorporeum esse demonstrat.

Idem, sect. 30. Philosophia civili omnes leges divinas aperte tollit, quod cum fecerit, quam male sententiam suam de naturæ statu probet, quamque obtuse illius impietatem excuset.

Idem, sect. 31. Ab iisdem principiis contraria demonstrat; nihil novi in philosophia civili attulit, nisi quod impium sit et absurdum.

Sic pontificio quasi fulmine percussus occumbit Hobbius: fati tamen solatium invenit, ab eadem manu hæc passus, cui Aristoteles aliique veteris philosophiæ principes indignis modis vapulant, nec scuticam effugit Cartesius, qui ipsi (p. 347) e ludo et pueritiæ disciplina noviter ad philosophiam profectus videtur.

Idem Author, Præfat. ad *Politeiam Ecclesiasticam*, 8vo. Lond. 1669, et 1670, Angl. in Hobbium ejusque sequaces invehitur, tanquam omnis impietatis et flagitiorum reos: licet interim nonnullis, ipse super principiis Hobbianis politeiæ suæ fundamenta posuisse videatur.

Jo. Wallisius nonnulla contra Hobbium scripta *Actis Philosophicis* H. Oldenburgii inseruit.

Robervallius, Math. Prof. Parisiis, et Fr. Schotenius, Math. Prof. Leydæ, scriptis Epistolis Mathematicam Hobbianam improbasse dicuntur.

Rob. quidam Parsonus, Capellanus (ut vocant) &c. in con-

cione funebri ad exequias Joannis Comitis Roffensis, quam emisit Theatrum Oxoniense, anno 1680, hæc refert: Comitem in extremis dixisse, "Stultam illam et absurdam Philosophiam, quam tantopere admiratur mundus, authoribus Hobbio aliisque, se aliosque optimæ indolis de gente nostra pessum dedisse."——*An mali mores genuina sint Philosophiæ Hobbianæ corollaria, statuat æquus rerum judex.*

Jos. Glanvil, Parochus Bathoniensis, in *Scepsi Scientifica*, 4to. Lond. 1665, Angl.; et *Philosophia Pia*, 8vo. Lond. 1671, Anglice, in Philosophiam Hobbianam animadvertit.

QUI HOBBII MEMINERUNT, SEU IN BONAM SEU IN SEQUIOREM PARTEM.

Sam. Sorberius, MD. Præfat. in *Opera Gassendi*, folio, Lugd. 1657. "Tho. Hobbius vir emunctæ naris."

Idem, ibid. "Thomas Hobbius Gassendo carissimus, cujus libellum *De Corpore*, manibus Pratæi nostri, paucis ante obitum mensibus accipiens, osculatus est; subjungens, mole quidem parvus est iste liber, verum totus, ut opinor, medulla scatet."

Idem, *Lettres et Discours sur diverses matières curieuses*, 4to. Paris, 1660, de Hobbio, a pag. 212 ad 232, et p. 342, et a p. 396 ad 399, et p. 556, et p. 631, *Epistola ad Hobbium.*

Idem. *Voyage d'Angleterre*, Colon. 12mo. 1666, (antea Paris. 1664,) p. 3, Londinum adveniens, Hobbium veterem amicum honoris gratia primum invisit; p. 79, 80, 81, 82, de Hobbio, ubi Regem in Conclavi suo Iconem Hobbianam ipsi ostendisse narrat, Regem etiam facetiis Hobbianis delectari solitum. Quædam tamen ibi minus quam pro reverentia

veteri amicitiæ debita effutire videtur; (reprehensus a T. Sprat in *Observat.* in illud iter, 8vo. Lond. 1665; Angl.) Miseretur etiam ejus hæresi laborantis, et veræ hierarchiæ ignari, nihilominus dogmata sua ad sectarios restringendos, et pacem publicam procurandam utilissima profitetur.

Idem, p. 90. Leodii degens controversiam suscitavit inter Hobbium et Renatum Franciscum Slusium, Sancti Lamberti apud Leodienses Canonicum, Mathematicum celebrem, de Cubi duplicatura, quam ex suis principiis demonstratam Hobbius præ se tulit: Slusius autem primo intuitu Paralogismum deprehendisse visus est. Scripta illa ἀμοιβαία se aliquando in lucem editurum pollicetur, una cum Fermatii et Carcavii de eodem argumento cogitatis. Idem. p. 186, 187, 188, nova Hobbii Principia Geometriæ exponit.

Sam. Puffendorf, in *Elementis Jurisprudentiæ Universalis*, 8vo. Hagæ Comitis, 1660, Præfat. sic: "Nec parum debere nos profitemur Thomæ Hobbes, cujus hypothesis in libro *De Cive*, etsi quid profani sapiat, tamen cætera satis arguta et sana."

Idem, Lib. *de Jure Naturæ et Gentium*, 4to. Londini Scanorum, 1672, sententiam Hobbianam in multis sectatur.

Renatus Rapinus, Soc. Jes. Philosophus et Criticus summus, libro Gallico, cui titulus, *Reflexions sur la Philosophie Ancienne et Moderne*, (12mo. Paris, 1676) Hobbii sæpe meminit; cujus verba judicii et acuminis sale condita proprio sermone exponere non pigebit. P. 54: "De tous les Philosophes modernes, ceux qui ont fait plus de bruit, sont Galilée, Italien; Bacon, Hobbes, Boyle, Anglois; Des Cartes, François; Van Helmont, Flamand." P. 55: "Hobbes est ob-

scure sans agrément, singulier en ses idées; savant, mais peu solide, inconstant dans sa doctrine: car il est tantôt Epicurien, tantôt Peripaticien." P. 56: "Enfin, Galilée est le plus agréable des modernes, Bacon le plus subtil, Gassendi le plus savant, Hobbes le plus réveur, Boyle le plus curieux, Des Cartes le plus ingénieux, Van Helmont le plus naturaliste; mais trop attaché à Paracelse." P. 194: "Thomas Hobbes a fait paroître un grand profondeur d'esprit, comme il est un des plus hardis Epicuriens des dernières siècles, et qu'il suit en tout les principes d'Epicure, sans rien menager: il a mal raisonné en tout ce que regarde l'entendement et ses opérations principales, dont il attribue le principe aux phantômes, et à l'imagination." P. 228: "Henricus Morus, dans sa Métaphysique, déclame contre la Physique de Des Cartes, qu'il veut faire passer pour libertine aussi bien que celle de Hobbes."

Jo. Wallisius, Præfat. in *Mathesin Universalem,* et Præfat. in *Tractatum Elencticum adversus Meibomii Dialogum de Proportionibus,* (4to. Oxon. 1657,) de Hobbio castigando loquitur.

Idem, in *Tractatibus de Cycloide et Cissoide* (4to. Oxon. 1659) demonstrationis Hobbianæ circa æqualitatem lineæ parabolicæ et spiralis meminit, p. 81, quam ut insufficientem improbaverat; quamvis propositio ipsa vera esset. Idem, p. 105, ibid. de illius inventionis laude inter Hobbium et Robervallium controversa itidem meminit.

Matth. Wren, Celsitudini Suæ Regiæ, Eboracensi Duci aliquando e Secretis, in Monarchia asserta adversus Harringtoni *Oceanam*, 8vo. Ox. 1660; Angl. p. 16, Hobbii meminit.

IN HOBBII DEFENSIONEM.

Unicum solummodo reperio scriptum, idque anonymum, hunc præ se ferens titulum: *Dissertatio de Principiis Justi et Decori, continens Apologiam pro Tractatu Clarissimi Hobbii De Cive*, 12mo. Amstel. 1651.

Tanto itaque adversariorum agmini ex opposito solus sistitur Hobbius,

> "Parque novum Fortuna videt concurrere bellum
> Atque virum." LUCANUS.

Quod sane alicui novum et insolitum merito videri possit; præsertim cum inter literatos vix quicquam tam absurdi fuerit, quin suos invenerit assertores. Hoc tamen, si conjecturæ locus sit, exinde forsan provenire potuit; quia, ut philosophia Hobbiana tanquam paulum quid paradoxa multos nacta sit oppugnatores, ita, nativa veritate defensa, paucis opus habuerit vindiciis; an vix repertus est quisquam suis adeo confisus viribus, qui seipsum suppetiis tanto homini ferendis habilem senserit; aut discipuli, de doctrinæ ejus certitudine persuasi, magnum Θαυμασιωτάτε senis ingenium religioso cum silentio venerantes, ipso in vivis agente nullum alium philosophiæ Hobbianæ vindicem esse oportere judicarint.

Exorientur olim, qui præclaram illam philosophiam justis commentariis illustrare contendent, quæ in scholis et academiis recepta, quod haud vanis auguriis sibi promisit author, debitis honoribus potietur. Deprecamur interim Aristotelis infortunium, tanto interpretum exercitu oppressi, ut philosophiam suam frivolis commentis obscuratam vix agnosceret.

Mihi autem dabitur, spero, venia, qui quod suscepi argumentum ingenii simul et eloquii tenuitate deterere haud injuria videar; quum mihi solummodo destinatum sit publico inservire, ne vel tantilla Hobbianæ memoriæ monumenta, immenso temporis oceano absorpta, posteris subducerentur.

De testamento autem Hobbiano monendum censui, ut de tanti philosophi opibus constaret, ipsum circa trecenti libras Anglicanas cognatis et amicis legasse; quibus centum librarum mantissa accessit ex munificentia Gulielmi, illustrissimi Devoniæ Comitis.

Epitaphium porro Hobbianum, ad me serius transmissum apponere volui.

CONDITA HIC SUNT OSSA
THOMÆ HOBBES MALMESBURIENSIS,
QUI PER MULTOS ANNOS SERVIVIT
DUOBUS DEVONIÆ COMITIBUS,
PATRI ET FILIO;
VIR PROBUS, ET FAMA ERUDITIONIS
DOMI FORISQUE BENE COGNITUS.

OBIIT ANNO DOMINI MDCLXXIX.
MENSIS DECEMBRIS DIE IV.
ÆTATIS SUÆ XCI.

THOMÆ HOBBES

MALMESBURIENSIS

VITA

CARMINE EXPRESSA.

AUTHORE SEIPSO.

Felix qui potuit rerum cognoscere causas,
Atque metus omnes et inexorabile Fatum
Subjecit pedibus, strepitumque Acherontis avari.

VIRGILII *Georgica*.

ANNO MDCLXXXI.

LECTORI S.

SEQUENS Poemation, ab Authore tantum animi relaxandi gratia confectum, nullo in publicum emittendi consilio, post excessum ejus in librarii manus incidit; qui lucro suo addictior, (affectus iste inter hoc genus hominum grassatur vulgo) prout erat imperfectum, et mendis insuper deformatum, prælo subjecit. Quamvis autem ad Hobbiani ingenii laudem vix assurgat; quia tamen in publicum erupit jam irrevocabile, et multis etiam quicquid micam habet salis Hobbiani pergratum sit; idcirco, gravioribus quibus antea plurimum scatebat sphalmatis repurgatum, iterato damus.

VALE.

T. HOBBES
MALMESBURIENSIS
VITA,

SCRIPTA ANNO MDCLXXII.

NATUS erat noster servator Homo-Deus annos
  Mille et quingentos, octo quoque undecies.
Stabat et Hispanis in portubus inclyta classis
  Hostilis, nostro mox peritura mari:
Primo vere; dies et quintus inibat Aprilis:
  Illo vermiculus tempore nascor ego,
In† Malmesburia; baptisma a patre ministro
  Accepi, et nomen mi dedit ille suum.
Oppidulum parvum est, habuit sed multa relatu
  Digna, atque imprimis‡ cœnobium celebre,
Et castrum, melius nisi sint duo castra vocanda,
  Colle sita, et bino flumine cincta fere.
Concilium regni binis burgensibus auget;
  Nunc quoque priscus honor permanet ille loci.
Hic et§ Athelstani conduntur nobilis ossa,
  Atque super tumulum saxeus ipse jacet.

† Vide Camdeni *Britanniam*. ‡ Vide G. Dugdale *Monast. Angl.* vol. i. p. 49.
§ Vide de eo Guil. Malmesburiensem, et Matth. Westmonasteriensem.

Præmia virtutis populo dedit ille, propinquos
  Sanguine Danorum qui madefecit agros:
Huc et ab Aldhelmo† deducta est musa Latina,
  Hic habuit primam lingua Latina scholam.
Non est ut patriæ pudeat; sed tempus iniquum
  Conqueror, et mecum tot quoque nata mala.
Fama ferebat enim diffusa per oppida nostra,
  Extremum genti classe venire diem.
Atque metum tantum concepit tunc mea mater,
  Ut pareret geminos, meque metumque simul.
Hinc est, ut credo, patrios quod abominor hostes,
  Pacem amo cum musis, et faciles socios.
Disco loqui quatuor, totidem legere, et numerare,
  Non bene præterea fingere literulas.
Sex annis ad verba steti Græcæ atque Latinæ,
  Et decimo quarto mittor ad Oxonium.
Huc Magdalenæ veniens admittor in aulam,
  Inque ima logicæ classe locatus eram.
Et prælectori cum primis sedulus adsum;
  Is licet imberbis cum gravitate legit,
Barbara, celarent, darii, ferio, baralypton,
  Hos, dicebat, habet prima figura modos.
Cæsare, camestres, festino, baroco, darapti,
  Hæc etiam totidem stat variata modis.
Felapton, disamis, datisi, bocardo, ferison,
  Sunt rursus totidem legitimique modi.

† Vide de ipso Bedæ *Hist. Ecclesiasticam;* Gul. Malmesburiensem; Matth. Westmonasteriensem; Baronii *Annales;* Balæum et Pitsæum *de Script. Anglicis;* Fr. Godwin *de Præsul. Angl. et alios omittam.* Obiit anno 709, nonnulla ejus opuscula habentur in *Bibliotheca Patrum* et apud Henr. Canisium in *Antiq. Lect.* tom. v.

Quos tarde disco, disco tamen, abjicioque,
  Admittorque meo quæque probare modo.
Admoveor physicæ, conflataque cuncta magister
  Materia et forma, ut partibus, esse docet;
Et species rerum, volitando per aera, formas
  Donare hinc oculis, auribus inde sonos.
Multos effectus tribuit *syn et antipathiæ*,
  Et supra captum talia multa meum.
Ergo ad amœna magis me verto, librosque revolvo,
  Queis prius instructus, non bene doctus eram.
Pascebamque animum chartis imitantibus orbem,
  Telluris faciem, et sydera picta videns:
Gaudebam soli comes ire, et cernere cunctis
  Terricolis justos qua facit arte dies.
Quoque Dracus filo Neptunum, Candisiusque
  Cinxerunt medium; quæque adiere loca:
Atque hominum exiguos, si possem, cernere nidos,
  Et picta ignotis monstra videre locis.
Tempore sed justo cum Baccalaureus Artis
  Essem (namque hic est primus in arte gradus)
Oxonium linquo, servitum me fero in amplam
  Gentis Candisiæ conspicuamque domum;
Rectorisque aulæ commendat Epistola nostræ:
  Accipior, placita conditione steti:
Atque adolescenti mox applicor ipse adolescens:
  Tunc patris imperio subditus ille fuit.
Huic ego servivi bis denos gnaviter annos;
  Non Dominus tantum, verum et amicus erat.

Pars erat illa meæ multo dulcissima vitæ,
  Et nunc sæpe mihi somnia grata facit.
Ille per hoc tempus mihi præbuit otia, libros
  Omnimodos studiis præbuit ille meis.
Vertor ego ad nostras, ad Græcas, atque Latinas
  Historias; etiam carmina sæpe lego.
Flaccus, Virgilius, fuit et mihi notus Homerus,
  Euripides, Sophocles, Plautus, Aristophanes,
Pluresque; et multi Scriptores Historiarum:
  Sed mihi præ reliquis Thucydides placuit.
Is Democratia ostendit mihi quam sit inepta,
  Et quantum cœtu plus sapit unus homo.
Hunc ego scriptorem verti, qui diceret Anglis,
  Consultaturi rhetoras ut fugerent.
Urbes externas eadem per tempora vidi,
  Germanas, Francas, Ausoniasque adii.
Mox Dominum morbo devictum vita reliquit,
  Extremo (ut credas) sed reditura die.
Ante tamen fecit mihi ne servire necesse
  Esset, qui modice vivere suetus eram.
Deinde domo placita nimium neglectus abivi,
  Parisiisque moror mensibus octodecim.
Inde mei Domini revocor præceptor ut essem
  Nato; Devoniæ tunc Comes ille fuit.
Hunc Romanarum sensus cognoscere vocum;
  Jungere quoque decet verba Latina modo;
Fallere quaque solent indoctos rhetores arte;
  Quid facit orator, quidque poeta facit;

Et demonstrandi docui præcepta, globique
  Mundani faciem, multiplicesque gyros.
Litibus et finem, faciunt quas *plus*, *minus*, et *par*,
  Qua posset justa ponere lege dedi.
Hæc illum docui per septem sedulus annos;
  Ille celer didicit, retinuitque memor.
Nec tamen hoc tempus libris consumpsimus omne,
  Ni mundum libri dixeris esse loco.
Italiæ multas, Gallorum et vidimus urbes;
  Secessus dulces vidimus Allobrogum.
Ast ego perpetuo naturam cogito rerum,
  Seu rate, seu curru, sive ferebar equo.
Et mihi visa quidem est toto res unica mundo
  Vera, licet multis falsificata modis:
Unica vera quidem, sed quæ sit basis earum
  Rerum, quas falso dicimus esse aliquid;
Qualia somnus habet fugitiva, et qualia vitris
  Arbitrio possum multiplicare meo;
Phantasiæ, nostri soboles cerebri, nihil extra;
  Partibus internis nil nisi motus inest.
Hinc est quod, physicam quisquis vult discere, motus
  Quid possit, debet perdidicisse prius.
Ergo materiæ motusque arcana recludo;
  Sic tempus vacuum fallo per Italiam.
Scribo nihil, facio adversaria nulla, magistra
  Quæ docuit, præsens nam mihi semper erat.
Linquimus Italiam, rursusque redimus ad alta
  Mœnia Lutetiæ, tectaque magnifica.

Hic ego Mersennum novi, communico et illi
  De rerum motu quæ meditatus eram.
Is probat, et multis commendat; tempore ab illo
  Inter philosophos et numerabar ego.
In patriam rursus post menses octo reversus,
  De connectendis cogito notitiis.
Motibus a variis feror ad rerum variarum
  Dissimiles species, materiæque dolos;
Motusque internos hominum, cordisque latebras:
  Denique ad imperii justitiæque bona.
His ego me mersi studiis. Nam philosophandi
  Corpus, Homo, Civis continet omne genus.
Tres super his rebus statuo conscribere libros;
  Materiemque mihi congero quoque die.
Nascitur interea scelus execrabile belli,
  Et veniunt studiis tempora iniqua meis.
Sexcentesimus et jam quadragesimus annus
  Post millesimum erat virginis a puero,
Cum patriam invasit morbus mirabilis, unde
  Innumeri e doctis post periere viri.
Quo quicunque fuit tactus, divina putabat
  Atque humana uni cognita jura sibi.
Jamque in procinctu bellum stetit. Horreo spectans;
  Meque ad dilectam confero Lutetiam.
Postque duos annos edo *De Cive* libellum,
  Qui placuit doctis, et novus omnis erat;
Versus et in varias linguas cum laude legebar,
  Gentibus et late nomine notus eram.

Laudabat mediis in Erynnibus Anglia, et illi
  Quorum consiliis cognitus hostis eram
Sed quod consiliis præsentibus utile non est,
  Quantumvis justum, quis putat esse bonum?
Inde annis quatuor libri *De Corpore* formam,
  Qua sit scribendus, nocte dieque puto.
Comparo corporeas moles; et cogito rerum
  Visarum formas quid variare potest.
Quæro quibus possim rationis Protea vinclis
  Stringere, fassurum qua tegit arte dolos.
Adfuit e Minimis Mersennus, fidus amicus;
  Vir doctus, sapiens, eximieque bonus.
Cujus cella scholis erat omnibus anteferenda;
  Professorum omnes ambitione tument.
Illi portabat, si dignum forte porisma
  Reppererat quisquam, principiumve novum.
Perspicuo et proprio sermone, carente figuris
  Rhetoricis, gnomis, ambitione, dolo,
Ille dedit doctis, qui vellent, rursus ut illud
  Vel statim possent, vel trutinare domi.
Edidit e multisque inventis optima quæque;
  Signans authoris nomine quidque sui.
Circa Mersennum convertebatur ut axem
  Unumquodque artis sidus in orbe suo.
Sævierat bellum quatuor civile per annos,
  Anglos, Hibernos triverat atque Scotos.
Perfidaque in castris mansit Fortuna scelestis:
  Diffugere via qua potuere probi.

Ipse hæres regni Carolus, comitante caterva
  Armis clarorum et nobilitate virum,
Lutetiam venit, expectans dum tempora iniqua
  Transirent, populi desineretque furor.
Tunc ego decreram *De Corpore* scribere librum,
  Cujus materies tota parata fuit.
Sed cogor differre; *pati tot tantaque fœda*
  Apponi jussis crimina, nolo, Dei.
Divinas statuo quam primum absolvere leges;
  Idque ago paulatim, sollicitusque diu.
Namque mathematicæ studiis dum Principi adessem,
  Non potui studiis semper adesse meis.
Dein per sex menses morbo decumbo, propinquæ
  Accinctus morti; nec fugio, illa fugit.
Perfeci librum patrio sermone; ut ab Anglis
  Posset sæpe meis, utiliterque legi:
Londinoque typis celer evolat in regiones
  Vicinas, notus nomine *Leviathan.*
Militat ille liber nunc regibus omnibus, et qui
  Nomine sub quovis regia jura tenent.
Interea regem vendit Scotus, et necat Anglus;
  Jus regni Carolus jamque Secundus habet,
Lutetiæ residens. Vim regni turba rebellis
  Occupat, et populum jam sine lege regit,
Et nomen (quamvis pauci) sibi Parliamenti
  Sumens, se satiat sanguine nobilium;
Dejiciunt mitras, nec firmant Presbyteratum;
  Clerica nil illic profuit ambitio.

Lutetiam ad regem multus venit inde scholaris
  Expulsus patria, tristis, egenus, onus.
Huc fuit usque meis studiis pax, multiplicata
  Dum facerent annos octo per octo meos:
Sed meus ille liber, simul atque scholaribus illis
  Lectus erat, Jani dissiluere fores.
Nam Regi accusor falso, quasi facta probarem
  Impia Cromwelli, jus scelerique darem.
Creditur; adversis in partibus esse videbar;
  Perpetuo jubeor Regis abesse domo.
Tunc venit in mentem mihi Dorislaus,† et Ascham;†
  Tanquam proscripto terror ubique aderat.
Nec de rege queri licuit. *Nam tunc adolescens*
  Credidit ille, quibus credidit ante pater.
In patriam redeo tutelæ non bene certus,
  Sed nullo potui tutior esse loco:
Frigus erat, nix alta, senex ego, ventus acerbus;
  Vexat equus sternax et salebrosa via.
Londinum veniens, ne clam venisse viderer,
  Concilio Status conciliandus eram.
Quo facto, statim summa cum pace recedo,
  Et sic me studiis applico, ut ante, meis.
Solum regnabat tunc nomine *Parliamentum*;
  Præsul erat nullus, Presbyterusque nihil.
Omnia miles erat, committier omnia et uni
  Poscebat; tacite Cromwell is unus erat.

† Regicidæ infames; quorum hic apud Hispanos, ille apud Fœderatos Belgas a Parliamentariis legatus, a regiis confossi perierunt.

Regia conanti calamo defendere jura,
  Quis vitio vertat regia jura petens?
Scribere cuique fuit libertas, quod sibi visum
  Esset, contento vivere more loci.
Leviathan clerum at totum mihi fecerat hostem;
  Hostis Theologum nidus uterque fuit.
Nam dum Papalis Regni contrecto tumorem,
  Hos, licet abscissos, lædere visus eram.
Contra *Leviathan*, primo, convicia scribunt,
  Et causa, ut tanto plus legeretur, erant.
Firmius inde stetit, spero stabitque per omne
  Ævum, defensus viribus ipse suis.
Justitiæ mensura, atque ambitionis elenchus,
  Regum arx, pax populo, si doceatur, erit.
Ante duos minima præmisi mole libellos;
  Sed nec inest parvis gratia parva libris.
Ille† docet motus animi et phantasmata sensus,
  Nec sanos patitur spectra timere viros:
Alter ‡ at Imperii sanctissima jura repandit,
  Quæque rudes populos vincula sacra tenent.
Tandem etiam absolvo librum *De Corpore*, cujus
  Materies simul et forma geometrica est.
Tunc venit in lucem, tota plaudente caterva
  Algebristarum, Wallisii algebrica,
Illa Geometriæ pestis, quæ cœperat ante
  Annos plus centum, nunc et ubique furit.

† Liber *de Natura Humana*.   ‡ Lib. *de Corpore Politico*.

Ars fuerat numeros quæsitos inveniendi,
  Quam docuit Gheber,† et quam Diophantus‡ habet.
Deinde per hanc artem solam problemata solvi
  Posse geometriæ cuncta Vieta § docet.
Addidit Oxoniæ Prælector Savilianus
  Wallisius multo nobile dogma magis:
Nempe infinitæ molis finem esse, et habere
  Finitum partes et sine fine datas:
Quæ duo fecerunt insanos dogmata, quotquot
  Festinaverunt esse geometrici.
Hæc mihi causa satis scribendi est justa libelli,
  (Annos natus eram septuaginta duos)
In quo, Colloquiis ego Sex non molliter istos
  Tango geometras, ut meruere, novos;
Sed nil profeci, magnis authoribus error
  Fultus erat; cessit sic medicina malo.
Tunc quoque scribo duos patrio sermone libellos
  Contra Bramhallum. Quæstio sola fuit,
Cujus ad arbitrium volumus, nostrumne, Deine:
  Ille scholam sequitur, sed mihi dux ratio est.
Sex quoque post paulo scripsi Problemata, librum
  Exiguum, at puræ fonticulum physicæ.

† De illo vide Josephi Blancani *Chronologiam Mathematicam* et J. Ger. Vossium *De Scientiis Mathematicis*.

‡ De illo vide eosdem. Opera ejus Latine edidit Guil. Xylander, postea Claud. Gasp. Bachetus Græc. et Lat. Commentariis ornata, folio, Paris, 1621, Postea Tolosæ prodierunt 1670. Omittam quæ a Raph. Bombellio, Sim. Stevino, Alb. Girardo, Guil. Oughtredo procurata sunt.

§ De ipso vide eosdem. Opera ejus junctim emisit Fr. Schotenius Math. Prof. Leydæ, 1646, folio, ubi habetur ejus Vita. Vide etiam Thuani *Historiam*.

Nam doceo natura locis qua dejicit arte
Sublimes lapides, res aliasque graves;
Qua situla sol haurit aquas; ut frigora ventus
Efficit; et venti qua ratione volant:
Quo pendent steriles, volitantque per aera nubes,
Quo fulcro gravidæ destituente ruunt;
Et quo consistunt durorum glutine partes,
Duraque quæ rursus mollia causa facit;
Unde fragor cœlo, qua nix glaciesque fit arte;
Excussusque altis emicat ignis aquis;
Quid res exiguas conjungit in aere sparsas,
Et calidum Phœbus qua ratione facit;
Herculeusque lapis ferrum quibus attrahit uncis,
Observatque suæ matris utrumque polum;
Cur mare non æquis ad littora volvitur undis;
Anno, mense, die quoque, bis auget aquas;
Et quare, vento duce, navis it obvia vento;
Hæc habet et monstrat parvulus ille liber.
Et valitura puto cum tempore; quandoquidem nunc
Inter tot Momos irreprehensa manent.
Aeris et parvo naturam scribo libello
Adversus quandam machinam inanificam.
Tunc physicam linquens, ad amata mathemata vertor;
Namque meo tandem cesserat hostis agro.
Tantum non lapidem potuissem vera docere,
Clamosas speret nemo docere scholas.
At *De Principiis* alium tamen edo libellum,
Fecique ut posset clarius esse nihil.

In quo naturam rationis ita explico, ut illam
  Nemo non claram diceret atque probam.
Hac mihi parte fuit victoria cognita cunctis,
  Dissimulant aliis vulnera magna locis;
Deficiunt animis, sed deficientibus insto,
  Culminaque inscendo summa geometriæ.
Namque parem cyclum quadrato publico; necnon
  Jactatum Pythii monstro porisma Dei;
Demonstrata prius, sed non rationibus iisdem,
  Sperabam methodo vincere posse nova.
Sed nil profeci, densis umbonibus obstant,
  Cedere quos puduit, semi-mathematici.
Ergo meam statuo non ultra perdere opellam,
  Indocile expectans discere posse pecus.
Deinde librum scribo, quem nomine dico *Rosetum*,
  Præcipuo densum flore geometriæ.
Wallisius contra pugnat; victusque videbar
  Algebristarum Theologumque scholis.
Et simul eductus castris exercitus omnis
  Pugnæ securus Wallisianus ovat;
Quem cum vidissem salebroso insistere campo,
  Stabat ubi radix densa, molesta, tenax,
Pugna placet, vertor; numerum licet infinitum
  Temporis in puncto dissipo, sterno, fugo.
Bella mea audisti. Quid vis tibi dicier ultra?
  An quam dives, id est, quam sapiens fuerim?
Anne refert quot agros habui, quot millia nummum?
  Si percontator forte rogabit et hoc,

Exiguus mihi fundus erat propriusque relictus,
  Quem fratri dono, ductus amore, dedi.
Parva superficies, sed millia multa ferebat
  Granorum tritici, nam bona terra fuit.
Longa satis votis regum; et nisi tota deorsum
  Tensa foret, Rex nunc magnus haberer ego.
Ut primum belli sensi civilis odorem,
  Et populum ventos vidi agitasse levem:
Quæro locum studiis, et vitæ commodiorem,
  Hinc me Parisios transfero remque meam.
Quingentæ mihi erat numerata pecunia libræ,
  Cum fugiens patriæ littora linquo meæ:
His aliæ paulo post accessere ducentæ,†
  Et simul immensus perpetuusque dolor.
(Godolphine jaces; puræ rationis amator,
  Justitiæ et Veri miles amande, vale.)
Venit et e patria mihi pensio certa quotannis,
  Bis‡ quadragintis constitit illa libris.
Deinde redux mihi Rex concessit habere quotannis
  Centum alias libras ipsius ex loculis,
Dulce mihi donum. Convicia sperno aliorum,
  Quando teste ipso judicor esse probus.
His ego contentus vivo, nec præfero plura;
  Quis vellet sanus re minor esse sua?
Rem, si quando lubet, per vestros supputo *Sousos*,
  Ut fiat major: si neque sic satis est,

† Ex Legato Sydn. Godolphini.

‡ Ex munere Comitis Devoniæ.

Per *Maravedisios* numero, videorque beatus
  Crœsos et Crassos vincere divitiis.
Ipse meos nosti, Verdusi candide, mores,
  Et tecum cuncti qui mea scripta legunt.
Nam mea vita meis non est incongrua scriptis :
  Justitiam doceo, justitiamque colo.
Improbus esse potest nemo qui non sit avarus,
  Nec pulchrum quisquam fecit avarus opus.
Octoginta ego jam complevi et quatuor annos :
  Pene acta est vitæ fabula longa meæ.

FINIS.

THOMÆ HOBBES

MALMESBURIENSIS

OPERA PHILOSOPHICA,

QUÆ LATINE SCRIPSIT,

OMNIA.

ELEMENTORUM PHILOSOPHIÆ

SECTIO PRIMA

DE CORPORE.

EXCELLENTISSIMO VIRO,

GULIELMO,

COMITI DEVONIÆ,

DOMINO MEO COLENDISSIMO.

Elementorum philosophiæ, obsequii mei, tuæque erga me benignitatis futurum monumentum, sectionem primam, post editam tertiam, diu dilatam, tandem tibi, excellentissime Domine, absolutam offero dedicoque; libellum mole exiguum, plenum tamen, et siquidem valeret pro magno rectum, satis magnum. Eundem invenies lectori attento et in demonstrationibus mathematicorum bene exercitato, id est tibi, intellectu facilem et perspicuum; novum etiam fere totum, nec tamen novitate sua cuiquam offensam præbiturum. Scio philosophiæ partem illam, quæ versatur circa lineas et figuras, traditam nobis esse bene cultam a veteribus, simulque veræ logicæ, per quam tam præclara theoremata sua invenire et demonstrare potuerunt, exemplar optimum. Scio etiam hypothesin diurni telluris motus

excogitatam esse primo a veteribus, sed et ipsam nascentemque ab ipsa astronomiam, id est, physicam cœlestem a succedentibus philosophis verborum laqueis strangulatam esse. Itaque astronomiæ initium, præter observata, non ultra referendum esse puto quam ad Nicolaum Copernicum, placita Pythagoræ, Aristarchi, Philolai proxime superiore sæculo referentem. Post hunc, agnito jam telluris motu, ortaque inde difficili quæstione de descensu gravium, cum difficultate illa certans nostris temporibus Galilæus primus aperuit nobis physicæ universæ portam primam, naturam motus. Adeo ut neque ultra hunc computanda videatur esse ætas physicæ. Postremo, scientiam humani corporis, physicæ partem utilissimam, in libris suis de motu sanguinis et de generatione animalium, mirabili sagacitate detexit et demonstravit Gulielmus Harvæus, Regum Jacobi Carolique medicus primarius; solus, quod sciam, qui doctrinam novam superata invidia vivens stabilivit. Ante hos nihil certi in physica erat præter experimenta unicuique sua et historias naturales, si tamen et hæ dicendæ certæ sint, quæ civilibus historiis certiores non sunt. At post hos astronomiam et physicam quidem universalem Joannes Keplerus, Petrus Gassendus, Marinus Mersennus,

physicam vero humani corporis specialem ingenia et industria medicorum, id est, vero physicorum, præsertim vero nostrorum e Collegio Londinensi doctissimorum hominum, pro tam exiguo tempore egregie promoverunt. Physica ergo res novitia est. Sed philosophia civilis multo adhuc magis; ut quæ antiquior non sit (dico lacessitus, utque sciant se parum profecisse obtrectatores mei) libro quem *De Cive* ipse scripsi. Quid autem? Nulline erant philosophi apud Græcos antiquos, neque physici neque civiles? Fuere certe qui sic appellabantur, teste Luciano, a quo irrisi; testibus nonnullis civitatibus, unde edictis publicis sæpius sunt expulsi. Sed non ob eam rem necesse est fuisse philosophiam. Versabatur in antiqua Græcia phantasma quoddam, propter superficiem gravitatis (nam intus plenum erat fraude et sordibus) philosophiæ aliquatenus simile, quam incauti homines philosophiam esse arbitrati, professoribus ejus, etsi inter se discordibus, alii aliis adhærescebant, iisque ad sapientiam magistris tradebant liberos suos magnis mercedibus nihil docendos præterquam disputare, neglectisque legibus de omni quæstione suo quemque arbitrio constituere. Nati illis temporibus Ecclesiæ post Apostolos doctores primi, dum fidem Christianam contra gentes

ratione naturali defendere conabantur, cœperunt philosophari etiam ipsi, et placita nonnulla ex philosophorum ethnicorum scriptis Scripturæ Sacræ placitis admiscere. Et primo quidem dogmata admiserunt nonnulla ex Platone minus noxia. Deinde vero etiam ex libris Physicæ Auscultationis et Metaphysicorum Aristotelis multa inepta et falsa assumentes, fidei Christianæ quasi introductis hostibus arcem prodiderunt. Ex eo tempore pro θεοσεβεία habuimus scholasticam dictam θεολογίαν, pede incedentem altero quidem, quæ est Scriptura Sacra, firmo; altero autem putrido, quæ est philosophia illa quam Apostolus Paulus appellavit vanam, potuit perniciosam; innumerabiles enim illa in orbe Christiano de religione controversias, et ex controversiis bella excitavit. Similis existens Empusæ apud comicum Atheniensem. Ea enim Athenis dæmonium habebatur, mutabili specie, pedibus altero æneo, altero asinino, missa, ut credebatur, ab Hecate, imminentis Atheniensibus infortunii prænuntia. Contra hanc Empusam exorcismus, credo, melior excogitari non potest, quam ut religionis, id est, Dei honorandi colendique regulæ a legibus petendæ, a philosophiæ regulis, id est, a privatorum hominum dogmatibus distinguantur, quæque religionis sunt Scripturæ Sacræ,

quæ philosophiæ sunt rationi naturali tribuantur. Quod certe factum erit si philosophiæ elementa seorsim vere et lucide, ut conor facere, tractavero. Itaque cum in sectione tertia, quam tibi jamdudum editam dedicavi, regimen omne, tam ecclesiasticum quam civile, ad unum idemque imperium summum firmissimis rationibus, Verbo Divino non repugnante, revocaverim; aggredior nunc, fundamentis physicæ veris clareque ordinatis, Empusam istam metaphysicam, non pugnando, sed diem inferendo exterrere atque abigere. Confido enim, si quam fiduciam scripti scribentis timor, respectatio, diffidentia præstare potest, in tribus libelli hujus partibus prioribus ex definitionibus; in quarta ex hypothesibus non absurdis omnia esse legitime demonstrata. Quod si qua tibi demonstratio minus plena videbitur, quam ut possit omnibus satisfacere, causa erat quod non omnia omnibus, sed aliqua geometris solis scribere profiterer. Quin autem tibi omnia satisfactura sint dubitare non possum.

Restat jam sectio secunda *De Homine*, cujus partem eam, qua tractatur Optica, octo capitibus scriptam figurarumque singulis capitibus adjungendarum tabulas ante sex annos sculptas paratasque habeo. Cætera, favente Deo, ut potero, adjiciam; etsi de

natura hominis apud homines vera loquuturo, quanto minor mihi habebitur quam debebitur gratia, ex nonnullorum imperitorum contumeliosis verbis pudendisque injuriolis jam expertus sciam. Attamen susceptum onus perferam, nec invidiam deprecabor, sed potius augendo ulciscar. Sufficit enim mihi gratia tua, quam quidem, quantam tu postulas, habeo; Deum autem Optimum Maximum pro tua incolumitate comprecando, quantam ego possum semper referam.

Excellentiæ tuæ humillimus servus,

THO. HOBBES.

Londini,
Die 23 Aprilis, 1655.

AD LECTOREM.

Philosophiam, cujus elementa hic aggredior ordinare, noli credere eam esse, amice lector, per quam fiunt lapides philosophici, neque illam quam ostentant codices metaphysici; sed rationem humanam naturalem per omnes res creatas sedulo volitantem, et de earum ordine, causis et effectibus ea quæ vera sunt renuntiantem. Mentis ergo tuæ et totius mundi filia Philosophia in te ipso est; nondum fortasse figurata, sed genitori mundo qualis erat in principio informi similis. Faciendum ergo tibi est, quod faciunt statuarii qui materiam exculpentes supervacaneam, imaginem non faciunt, sed inveniunt. Vel imitare creationem. Super abyssum cogitationum experimentorumque tuorum confusam (si philosophiæ operam seriam daturus sis) superferatur ratio tua. Confusa discutienda, distinguenda, et suis quæque signata nominibus ordinanda sunt, id est, methodo opus est ipsarum rerum creationi congrua. Creandi autem ordo erat, *lux, noctis et diei distinctio, expansum, luminaria, sensibilia, homo.* Deinde post creationem, *mandatum.* Contemplandi ergo ordo erit *ratio, definitio, spatium, astra, qualitas sensibilis, homo.* Deinde adulto homine, *civis.* In prima ergo sectionis hujus parte quæ *Logica* inscribitur, accendo lucem rationis. In secunda,

quæ est Philosophia Prima, rerum communissimarum ideas ad sublationem ambigui et obscuri, definitionibus accuratis inter se distinguo. Tertia pars versatur in expansione spatiorum, id est, in Geometria. Quarta habet motum astrorum, et præterea qualitatem sensibilem. In sectione secunda considerabitur, volente deo, Natura Hominis. In tertia Civis jam ante consideratus est. Hanc ego methodum sequutus sum, qua et tu, si arriserit, uti poteris; non enim commendo tibi mea, sed propono. Quacunque autem methodo usurus sis, philosophiam tamen, id est, studium sapientiæ, ob cujus defectum multa nuper mala passi omnes sumus, commendatum tibi valde velim. Nam illi etiam qui divitiis student, sapientiam amant; thesauri enim sui non aliter ipsis placent, quam ut speculum in quo intueri et contemplari possint sapientiam suam. Nec qui ad negotia publica adhiberi amant, aliud quam locum quærunt, in quo sapientiam quam habent explicare possint. Ne voluptuosi quidem philosophiam ob aliam causam negligunt, nisi quod nesciunt quantam perpetuus valentissimusque pulcherrimi mundi cum anima congressus voluptatem sit allaturus. Postremo, etsi ob nihil aliud, tamen (quoniam animus humanus non minus temporis vacui, quam natura vacui loci impatiens est) ne hominibus occupatis importunus, vel male feriatis cum damno tuo accedere a nimio otio coactus sis, qua otium tuum jucunde implere possis, commendo tibi philosophiam. Vale.

THO. HOBBES.

LEMMATA CAPITUM.

PARS PRIMA,

SIVE LOGICA.

PARS SECUNDA,

SIVE PHILOSOPHIA PRIMA.

LEMMATA CAPITUM.

PARS TERTIA,

DE RATIONIBUS MOTUUM, ET MAGNITUDINUM.

PARS QUARTA,

PHYSICA, SIVE DE NATURÆ PHÆNOMENIS.

COMPUTATIO SIVE LOGICA.

CAPUT I.

DE PHILOSOPHIA.

1. Introductio.—2. Philosophiæ definitio explicata.—3. Animi ratiocinatio.—4. Proprietas quid.—5. Quomodo proprietas a generatione derivatur et contra.—6. Philosophiæ Finis.—7. Utilitas.—8. Subjectum.—9. Partes.—10. Epilogus.

PARS I. 1. Introductio.

1. VERSARI mihi inter homines videtur hodie Philosophia, quemadmodum frumentum et vinum fuisse in rerum natura narratur priscis temporibus. Erant enim ab initio rerum vites et spicæ sparsim per agros, sed satio nulla. Itaque glande vivebatur, aut si quis ignotas dubiasve baccas tentare ausus esset, cum detrimento id fecit sanitatis suæ. Similiter, philosophia, id est, *ratio naturalis*, in omni homine innata est; unusquisque enim aliquo usque ratiocinatur, et in rebus aliquibus; verum ubi longa rationum serie opus est, propter rectæ methodi, quasi sationis defectum deviant plerique et evagantur. Ex quo contingit sanioris judicii vulgo haberi et esse eos, qui quotidiana experientia tanquam glande contenti philosophiam aut abjiciunt, aut non expetunt, quam ii qui opinionibus minime vulgaribus, sed dubiis leviterque

32

PARS I. 1.

arreptis imbuti, tanquam parum sani perpetuo disputant, et rixantur. Fateor quidem partem philosophiæ eam, in qua magnitudinum, figurarumque rationes supputantur, egregie cultam esse. Cæterum quia in reliquis partibus similem operam positam nondum vidi, consilium ineo, quoad potero, philosophiæ universæ pauca et prima elementa, tanquam semina quædam ex quibus pura et vera philosophia paulatim enasci posse videtur explicare.

Quam difficile sit inveteratas, eloquentissimorumque scriptorum authoritate confirmatas opiniones mentibus hominum excutere, non ignoro. Præsertim cum philosophia vera (id est accurata) orationis non modo fucum, sed etiam omnia fere ornamenta ex professo rejiciat; cumque scientiæ omnis fundamenta prima, non modo speciosa non sint, sed etiam humilia, arida, et pene deformia videantur.

Attamen cum sint aliqui certe, quanquam pauci, quos in omni re veritas et rationum firmitudo ipsa per se delectat, paucis illis operam hanc navandam esse censui. Itaque ad institutum venio. Incipiam autem ab ipsa philosophiæ definitione.

Philosophiæ definitio explicata.

2. *Philosophia est Effectuum sive Phænomenon ex conceptis eorum Causis seu Generationibus, et rursus Generationum quæ esse possunt, ex cognitis effectibus per rectam ratiocinationem acquisita cognitio.*

Ad quam definitionem intelligendam, considerare oportet primo, Sensionem atque Memoriam rerum, quæ communes homini sunt cum omnibus animantibus, etsi cognitiones sint, tamen quia datæ sunt statim a natura, non ratiocinando acquisitæ, non esse philosophiam.

Secundo cum Experientia nihil aliud sit quam memoria; Prudentia autem sive prospectus in futurum, aliud non sit quam expectatio rerum similium iis rebus quas jam experti sumus; nec prudentiam quidem philosophiam esse censendum est. PARS I. 1.

Per ratiocinationem autem intelligo computationem. Computare vero est *plurium rerum simul additarum summam colligere, vel una re ab alia detracta, cognoscere residuum.* Ratiocinari igitur idem est quod *addere* et *subtrahere*, vel si quis adjungat his *multiplicare* et *dividere*, non abnuam, cum *multiplicatio* idem sit quod æqualium *additio*, *divisio* quod æqualium quoties fieri potest *substractio.* Recidit itaque ratiocinatio omnis ad duas operationes animi, *additionem* et *substractionem.*

3. Quomodo autem animo, sine verbis tacita cogitatione ratiocinando addere et substrahere solemus uno aut altero exemplo ostendendum est. Animi Ratiocinatio. Si quis ergo e longinquo aliquid obscure videat, etsi nulla sint imposita vocabula, habet tamen ejus rei ideam eandem propter quam impositis nunc vocabulis dicit eam rem esse *corpus.* Postquam autem propius accesserit, videritque eandem rem certo quodam modo nunc uno, nunc alio in loco esse, habebit ejusdem ideam novam, propter quam nunc talem rem *animatam* vocat. Postremo cum stans in proximo figuram ejus videat, vocem audiat, aliasque res quæ signa sunt animi rationalis perspiciat, habet quoque ideam tertiam, etiamsi nomen ejus nullum adhuc fuerit; eandem scilicet propter quam dicimus aliquid esse *rationale.* Denique quando totam rem ut unam plene jam et

PARS I. 1.

Animi Ratiocinatio.

distincte visam concipit, illa idea composita est ex præcedentibus, atque hoc modo componit animus ideas prædictas, eodem ordine quo in oratione componuntur hæc nomina singula *corpus*, *animatum*, *rationale*, in unum nomen *corpus animatum rationale*, sive *hominem*. Similiter ex conceptibus *quadrilateri*, *æquilateri*, *rectanguli*, componitur conceptus quadrati. Potest enim animus concipere quadrilaterum sine conceptu æquilateri, et æquilateri sine conceptu rectanguli, et concepta hæc singula potest conjungere in conceptum unum, sive ideam unam quadrati. Patet ergo quo modo animus concepta componit. Rursus si quis hominem astantem videat, concipit totam ejus ideam, si vero recedentem sequatur oculis tantum, amittet ideam earum rerum quæ signa erant rationis, attamen idea animati oculis inhærebit, itaque ex tota idea *hominis*, id est, *corporis animati rationalis* subducitur idea *rationalis*, residua est *corporis animati*; deinde paulo post in distantia majore amittetur idea *animati*, residebit idea *corporis* tantum, tandemque cum præ distantia amplius conspici non potest, tota idea ab oculis evanescit. Atque his exemplis qualis res sit animi ratiocinatio interna sine vocibus, satis exemplificatum esse puto.

Non ergo putandum est computationi, id est, ratiocinationi in numeris tantum locum esse, tanquam homo a cæteris animantibus (quod censuisse narratur *Pythagoras*) sola numerandi facultate distinctus esset, nam et magnitudo magnitudini, corpus corpori, motus motui, tempus tempori, gradus qualitatis gradui, actio actioni, conceptus conceptui, proportio proportioni, oratio orationi,

nomen nomini (in quibus omne philosophiæ genus continetur) adjici adimique potest.

Rem autem quamcumque addimus vel adimimus, id est, in rationes referimus, eam dicimur *considerare*, Græce λογίζεσθαι, sicut ipsum computare sive ratiocinari συλλογίζεσθαι nominant.

Proprietas quid.

4. Effectus autem et phænomena sunt, corporum facultates sive potentiæ quibus alia ab aliis distinguimus, id est, unum alteri æquale aut inæquale, simile vel dissimile esse concipimus; ut in superiore exemplo, postquam ad corpus aliquod satis appropinquatum est, ad percipiendum motum et incessum ejus, distinguimus ipsum ab arbore, a columna et ab aliis certis corporibus defixis, unde incessus ille, *proprietas* ejus est, quippe animalium proprius, quo a cæteris corporibus distinguitur.

Quomodo proprietas a generatione derivatur et contra.

5. Quomodo autem effectus cognitio ex cognita generatione acquiri potest, circuli exemplo facile intelligetur. Proposita enim figura plana, ad figuram circuli proxime accedente, sensu quidem circulus necne sit cognosci nullo modo potest; at ex cognita figuræ propositæ generatione, facillime; facta enim sit figura ea, ex cujuspiam corporis circumductione, cujus alter terminus maneat immotus; sic ratiocinabimur, corpus circumductum eadem semper longitudine applicat sese primo ad unum radium, deinde ad alium, et ad tertium, quartum, et successive ad omnes; itaque ab eodem puncto, attingit circumferentiam eadem longitudo undequaque, id est omnes radii sunt æquales. Cognoscitur itaque a tali generatione procedere figuram a cujus puncto uno medio ad omnia extrema æqualibus radiis attingitur.

Similiter a cognita figura perveniemus ratio-

PARS I. 1.

cinando ad generationem aliquam, et si forte non eam quæ fuit, tamen eam quæ esse potuit; nam cognita proprietate circuli quam modo diximus, scire, si corpus aliquod ita ut diximus circumducatur circulum generari facile est.

Finis Philosophiæ.

6. Finis autem seu scopus philosophiæ est, ut prævisis effectibus uti possimus ad commoda nostra, vel ut effectibus animo conceptis per corporum ad corpora applicationem, effectus similes, quatenus humana vis et rerum materia patietur, ad vitæ humanæ usus industria hominum producantur.

Nam ut quis de rerum dubiarum difficultate superata, vel de abditissimarum veritatum detectione, apud se tacitus gaudeat et triumphet, tantæ operæ quanta philosophiæ impendenda est, pretium esse non judico; neque vero cuiquam, ut se scire sciat alter, si modo nihil inde aliud consequuturum se putet, magnopere studendum esse censeo. Scientia propter potentiam; Theorema (quod apud Geometras proprietatis investigatio est) propter problemata, id est propter artem construendi; omnis denique speculatio, actionis vel operis alicujus gratia instituta est.

Utilitas.

7. Quanta autem sit philosophiæ utilitas imprimis vero Physicæ et Geometricæ tum optime intelligemus, cum præcipua humani generis, quæ nunc sunt commoda, enumeraverimus, et institutiones eorum qui eis fruantur cum eorum institutionibus qui eis carent contulerimus; commoda autem humani generis maxima sunt Artes, nimirum mensurandi tam corpora quam eorum motus; movendi gravissima pondera; ædificandi; navigandi; instrumenta ad omnem usum fabricandi;

motus cœlestes, syderum aspectus, temporis momenta, calculandi; orbis terrarum faciem depingendi; quibus quanta bona hominibus acquisita sunt facilius intelligitur quam dicitur. His fruuntur gentes Europææ fere omnes, Asianæ pleræque, Africanæ aliquot, Americanæ vero, et quæ gentes propinquæ sunt utrique polo, omnino carent. Cur autem? an illæ his acutiores sunt? an non sunt omnibus hominibus ejusdem generis animæ, eædem animæ facultates? quid ergo alteris adest, alteris deest, nisi philosophia. Harum ergo omnium utilitatum causa est philosophia. Moralis vero et civilis philosophiæ utilitas non tam ex commodis quæ ab ea cognita quam ex calamitatibus quas ab ejus ignoratione habemus, æstimanda est. Calamitates autem omnes quæ humana industria evitari possunt a bello oriuntur, præcipue vero a bello civili; hinc enim cædes, solitudo, inopiaque rerum omnium derivatur. Causa autem horum non est quod homines ea velint, voluntas enim nisi boni saltem apparentis nulla est; neque quod mala hæc esse nesciant; quis enim est qui cædes et paupertatem mala et molesta sibi esse non sentit? Causa igitur belli civilis est, quod bellorum et pacis causæ ignorantur; et quod paucissimi sunt qui officia sua quibus pax coalescit et conservatur, id est veram vivendi regulam didicerunt. Est autem hujus regulæ cognitio moralis philosophia. Quare autem eam non didicerunt, nisi quod a nemine clara et recta methodo hactenus tradita sit? Quid enim? multitudini hominum imperitorum, doctores olim Græci, Ægyptii, Romani, aliique innumera dogmata de naturis deorum suorum, quæ ipsi an vera essent necne nesciebant,

PARS I. 1. Utilitas.

quæque manifestissime falsa atque absurda erant, persuadere potuerunt, officia sua eidem multitudini, si ea ipsi cognovissent persuadere non potuerunt? vel pauca illa quæ extant geometrarum scripta, ad controversiam omnem in iis rebus quas tractant tollendam valebunt; innumera illa et ingentia volumina ethicorum, si certa et demonstrata continerent nil valebunt? Quid denique causæ excogitari potest, cur scripta illorum scientifica, horum, ut ita dicam, verbifica tantum sint, nisi quod illa a scientibus, hæc ab hominibus doctrinam quam tractant ignorantibus, eloquentiæ, vel ingenii sui ostentandi causa prodierunt? Quin tamen talium librorum aliquorum lectio jucundissima sit, non negaverim: sunt enim eloquentissimi, sententiasque multas continent luculentas et salubres, minimeque vulgares, sed quæ pronuntiatæ ab illis universaliter, non tamen plerumque universaliter veræ sunt; unde fit ut mutatis temporum, locorum, personarum circumstantiis non minus sæpe ad sceleratorum consiliorum confirmationem, quam ad præcepta officiorum percipienda adhibeantur. Quod autem maxime in illis desideratur, est regula actionum certa unde sciri possit justum an injustum sit quod facturi sumus. Quod enim in unaquaque re *facere jubent id quod rectum est;* antequam recti regula aliqua et mensura certa constituta sit (quam hactenus nemo constituit) inutile est. Quoniam igitur officiorum, id est, moralis scientiæ ignorationem bella civilia atque inde calamitates maximæ consequuntur, ejusdem cognitioni, commoda his contraria merito attribuemus. Videmus itaque universæ philosophiæ (ut laudem,

cæteramque jucunditatem inde provenientem taceamus) quanta sit utilitas. PARS I. I.

8. Subjectum Philosophiæ, sive materia circa quam versatur, est corpus omne cujus generatio aliqua concipi, et cujus comparatio secundum ullam ejus considerationem institui potest. Sive in quibus compositio et resolutio locum habet; id est omne corpus quod generari, vel aliquam habere proprietatem intelligi potest. Subjectum.

Deducitur autem hoc ex ipsa philosophiæ definitione, cujus munus est vel proprietates ex generatione, vel generationem ex proprietatibus investigare; ubi ergo generatio nulla, aut nulla proprietas, ibi nulla philosophia intelligitur. Itaque excludit a se philosophia, Theologiam, doctrinam dico de natura et attributis Dei, æterni, ingenerabilis, incomprehensibilis, et in quo nulla compositio nulla divisio institui, nulla generatio intelligi potest.

Excludit doctrinam de angelis et rebus illis omnibus quæ nec corpora, nec corporum affectus existimantur; quia in illis locus non est compositioni, nec divisioni, ut in quibus non est magis nec minus, id est, nullus locus ratiocinationi.

Excludit historiam tam naturalem quam politicam, etsi philosophiæ utilissimas, (imo necessarias,) quia cognitio talis aut experientia est, aut authoritas, non autem ratiocinatio.

Excludit scientiam omnem quæ oritur ex divina inspiratione, vel revelatione, quippe quæ non est acquisita ratione, sed gratia divina et actu instantaneo (quasi sensio quædam supernaturalis) dono data.

Excludit doctrinam omnem non modo falsam,

PARS I. I.

sed etiam non bene fundatam; nam quæ recta ratiocinatione cognoscuntur, ea falsa, aut dubia esse non possunt; itaque excluditur astrologia qualis hodie ostentatur, et cæteræ hujusmodi divinationes potius quam scientiæ; postremo excluditur a philosophia, doctrina de cultu Dei qui non a ratione naturali, sed ab authoritate Ecclesiæ cognoscendus est, neque ad scientiam sed ad fidem pertinet.

Partes.

9. Philosophiæ partes principales duæ sunt; corporum enim generationes, proprietatesque quærentibus, duo corporum quasi summa genera maximeque inter se distincta sese offerunt; unum, quod a natura rerum compaginatum, appellatur *naturale;* alterum, quod a voluntate humana conventionibus pactionibusque hominum constitutum *civitas* nominatur. Hinc itaque oriuntur primo duæ partes philosophiæ, *naturalis* et *civilis*. Deinde vero quia ad cognoscendas civitatis proprietates, necessarium est ut hominum ingenia, affectus, mores, ante cognoscantur, philosophia civilis rursus in duas partes scindi solet, quarum ea quæ de ingeniis moribusque tractat, *ethica*, altera quæ de officiis civium cognoscit, *politica*, sive *civilis* simpliciter nominatur. Dicemus itaque (postquam ea quæ ad philosophiæ ipsius naturam pertinent præmiserimus) primo loco de *corporibus naturalibus;* secundo de *ingenio et moribus hominis;* tertio, de *officiis civium*.

Epilogus.

10. Postremo cum sint fortasse nonnulli, cui definitio philosophiæ supra tradita non placet, quique libertate ad arbitrium definiendi concessa, quidlibet ex quolibet concludi posse dictitant

(quamquam hanc ipsam definitionem convenire cum sensu omnium hominum non difficulter ostendi posse putem) tamen ne ea de re disputandi aut mihi aut illis causa sit, profiteor me hac opera traditurum esse elementa scientiæ ejus qua ex cognita rei generatione investigantur effectus, vel contra ex cognito effectu generatio ejus, ut illi qui philosophiam aliam quærunt, eam aliunde petere admoneantur. PARS I. 2.

CAPUT II.

DE VOCABULIS.

1. Monimentorum sensibilium sive *Notarum* ad memoriam necessitas. Notæ definitio.—2. Eorundem necessitas ad significandos animi conceptus.—3. Utrumque horum præstant *Nomina*.—4. Nominis definitio.—5. Nomina signa sunt non rerum sed cogitationum.—6. Nomina quarum rerum sint.—7. Nomina Positiva et Negativa.—8. Nomina Contradictoria.—9. Nomen commune.—10. Nomina primæ et secundæ intentionis.—11. Universale, Particulare, Individuum, Indefinitum.—12. Nomen Univocum, et Æquivocum.—13. Nomen Absolutum et Relativum.—14. Nomen simplex et compositum.—15. Prædicamenti descriptio.—16. Notanda quædam circa prædicamenta.

Monimentorum sensibilium sive *Notarum* ad memoriam necessitas.

1. QUAM sint cogitationes hominum fluxæ et caducæ, quamque fortuita earum repetitio, nemini deesse possunt certissima in semetipso experimenta. Neque enim quantitatum sine sensibilibus et præsentibus mensuris, neque colorum sine sensibilibus et præsentibus exemplaribus, neque

PARS I. 2.

numerorum sine nominibus numeralibus (ordine dispositis, memoriterque recitatis) meminisse quisquam potest. Itaque absque aliquo tali adjumento, quicquid homo apud animum suum ratiocinando collectum habuerit, statim elabitur, nec potest nisi iterato opere revocari. Ex quo sequitur, *ad philosophiæ* acquisitionem, necessaria esse monimenta aliqua sensibilia, quibus et reduci cogitationes præteritæ, et suo quæque ordine tanquam registrari possint. Hujusmodi monimenta sunt quas vocamus *notas;* nimirum, *res sensibiles arbitrio nostro adhibitas, ut illarum sensu cogitationes in animum revocari possunt similes iis cogitationibus quarum gratia sunt adhibitæ.*

Notæ Definitio.

Eorundem necessitas ad significandos animi conceptus.

2. Rursus etsi unus aliquis homo quamquam excellentis ingenii, partim ratiocinando, partim *notas* ad memoriam adjuvandam inveniendo atque ediscendo tempus suum omne contereret, quis illum non videt neque sibi multum, et aliis nihil profuturum? nisi enim monimenta quæ invenerit sibi, communia quoque aliis sint, scientia ejus cum ipso peribit. Quod si communia sint multis eadem monimenta, sive *notæ*, et quæ ab uno inveniuntur aliis tradita fuerint, cum universi generis humani utilitate scientiæ augeri possunt. Itaque ad philosophiæ acquisitionem necessarium est ut sint signa aliqua quibus, quæ ab aliis excogitata sunt, aliis patefieri et demonstrari possint. *Signa* autem vocari solent *antecedentia consequentium, et consequentia antecedentium, quoties plerumque ea simili modo præcedere et consequi experti sumus.* Exempli gratia, nubes densa signum est consequuturæ pluviæ, et pluvia signum antecedentis nubis, ob eam causam, quod raro nubem

densam sine sequente pluvia, pluviam autem sine antecedente nube numquam experti sumus. Signorum autem alia naturalia sunt quorum exemplum est quod modo dixeramus; alia arbitraria, nimirum quæ nostra voluntate adhibentur; qualia sunt, suspensa hedera, ad significandum vinum venale; lapis, ad significandum agri terminum; et voces humanæ certo modo connexæ, ad significandas animi cogitationes et motus. Notæ ergo et signi differentia est, quod illa nostri, hoc aliorum gratia institutum sit.

PARS I. 2.

Utrumque horum præstant *Nomina.*

3. Voces humanæ, sic, ut cogitationum signa sint, connexæ, *Oratio*, partes vero singulæ nomina appellantur. Cum autem philosophiæ ut diximus et *notæ et signa* (*notæ* ut recordari, *signa* ut demonstrare cogitationes nostras valeamus) necessaria sint; nomina utramque rem præstant. Sed *notarum* prius quam *signorum* officio funguntur. Nam homini, etsi unicus in mundo existeret, inservirent quidem ad memoriam, cum tamen ad demonstrationem, nisi alius sit cui demonstret, inservire non possent. Præterea, nomina per se singula *notæ* sunt, nam cogitata revocant etiam sola, signa vero non sunt, nisi quatenus in oratione disponuntur et partes ejus sunt. Verbi gratia, vox *homo* excitat quidem in audiente ideam hominis, non tamen (nisi quis addat, est animal, vel aliud aliquid æquivalens) significat aliquam ideam fuisse in animo loquentis, sed voluisse eum aliquid dicere, quod potuit quidem incipere a voce *homo*, potuit vero etiam a voce *homogeneum*. Natura itaque *nominis* consistit primario in eo quod sit *nota*, adhibita memoriæ causa; accidit autem ut serviat quoque significandis, demonstrandisque iis rebus

PARS I. 2.

quas memoria tenemus. Definiemus igitur nomen hoc modo.

Nominis Definitio.

4. *Nomen* est *vox humana arbitratu hominis adhibita, ut sit nota qua cogitationi præteritæ cogitatio similis in animo excitari possit, quæque in oratione disposita, et ad alios prolata signum iis sit qualis cogitatio in ipso proferente præcessit vel non præcessit.* Quod autem nomina ab arbitrio hominum orta esse supposuerim, rem minime dubiam brevitatis causa assumi posse judicavi; cui enim, qui verba quotidie nova nasci, vetera aboleri, diversa diversis gentibus in usu esse, denique qui inter res et verba neque similitudinem esse, neque comparationem ullam institui posse videt, in animum venire potest naturas rerum sibimetipsis nomina sua præbuisse? Quamquam enim nomina quædam animalium, aliarumque rerum quibus parentes nostri primi uterentur docuerit Deus, ea tamen arbitrio suo posuit, et postea tum ad turrim Babel, tum etiam procedente tempore passim in desuetudinem et oblivionem abierunt, aliaque in eorum locum, arbitrio hominum inventa et recepta successerunt.

Porro quicumque vulgo vocabulorum usus sit, philosophis tamen qui scientiam suam aliis tradituri sunt, nomina ad sensus suos significandos quæ voluerint, modo se intelligi faciant adhibendi potestas semper, etiam necessitas quandoque fuit, atque erit. Nam mathematicis, ut figuras a se inventas *parabolas, hyperbolas, cissoeides, quadratrices, &c.* appellarent, vel ut magnitudines nominarent aliam A, aliam B, non erat a quoquam impetrandum nisi a se ipsis.

PARS I. 2.

5. Quoniam autem Nomina, ut definitum est, disposita in oratione, signa sunt conceptuum; manifestum est ea non esse signa ipsarum rerum; quo sensu enim intelligi potest sonum hujus vocis *lapis* esse signum *lapidis*, alio quam ut is qui vocem eam audisset colligeret loquentem de lapide cogitasse? Itaque disputatio illa an nomina significent *materiam*, an *formam*, an *compositum*, aliæque ejusmodi metaphysicorum, errantium sunt, nec intelligentium verba de quibus disputant.

Nomina signa sunt non rerum sed cogitationum.

6. Neque vero ut omne nomen, alicujus rei nomen sit, necessarium est. Sicut enim voces *homo*, *arbor*, *lapis*, ipsarum rerum nomina sunt, ita quoque imagines hominis, arboris, lapidis, quæ occurrunt somniantibus, sua sibi habent nomina, quamvis res non sint, sed rerum figmenta tantum et phantasmata. Datur enim ipsarum meminisse, ideoque nominibus eas non minus quam res ipsas notari et significari oportet. Etiam vox hæc *futurum* nomen est, sed res futura nondum ulla est, neque scimus quod futurum vocamus, an futurum unquam sit; attamen quia cogitatione, præterita præsentibus subnectere soliti sumus, nomine *futuri* talem subnexionem significamus. Porro quod neque est, neque fuit, neque erit, neque esse potest, nomen tamen habebit, hoc ipsum scilicet, *quod neque est, neque fuit, &c.* vel brevius hoc, *impossibile*. Denique vox hæc *nihil* nomen est, rei tamen nomen esse non potest. Nam si (exempli gratia) subducentes binarium et ternarium ex quinario, non videmus ullum residuum, si illius subductionis meminisse velimus, oratio hæc *nihil residuum est*, et in illa nomen *nihil* inutile non est. Propter eandem rationem etiam *minus quam*

Nomina quarum rerum sint.

PARS I. 2.

nihil dicetur recte de residuo, ubi majus detrahitur a minore. Hujusmodi enim residua doctrinæ causa fingit sibi animus, cupitque, quoties opus est, in memoriam revocare. Quoniam autem *nomen* omne ad aliquod *nominatum* relationem habeat, et si nominatum non semper res sit, existens in rerum natura, licebit tamen doctrinæ causa pro *nominato rem* dicere, tanquam idem essent, sive *res* illa vere existat, sive ficta sit.

Nomina Positiva et Negativa.

7. Nominum distinctio prima erit, quod alia sint *positiva* sive *affirmativa*, alia *negativa*, quæ et *privativa*, et *infinita* appellari solent. *Positiva* sunt, quæ propter similitudinem, æqualitatem, vel identitatem; *negativa* quæ propter diversitatem vel dissimilitudinem, vel inæqualitatem rerum cogitatarum imponuntur. Illorum exempla sint, *homo*, *philosophus*, nam *homo* quemlibet e multis hominibus, philosophus quemlibet e multis philosophis denotat propter omnium similitudinem; item *Socrates* positivum nomen est, propterea quod unum semper atque eundem denotat. *Negativorum* exempla sunt, quæ fiunt ex adjecta ad *positivum* particula negativa *non;* ut non homo, non philosophus. Sunt autem *positiva negativis* priora, neque enim nisi præexistentibus illis usus horum esse potuit; nam cum nomen *albi* certis rebus impositum est, deinceps vero aliis rebus nomina *nigri*, *cærulei*, *diaphani*, *&c.* non potuerunt horum omnium cum *albo* dissimilitudines quæ numero infinitæ sunt, uno nomine præterquam *albi* negatione, hoc est, nomine *non-albi*, vel huic æquipollenti in quo vox *albi* repetitur (quale est *albo dissimile*) contineri. Atque his negativis

revocamus in animum, et significamus quid non cogitavimus.

Nomina contradictoria.

8. Nomen autem *positivum* et *negativum* contradictoria inter se sunt, ita ut ejusdem rei nomina ambo esse non possint. Præterea contradictoriorum nominum, alterum quidem cujuslibet rei nomen est. Quicquid enim est, vel Homo est, vel Non-Homo, Album vel non Album, et sic de cæteris. Quod quidem manifestius est quam ut probari aut explicari amplius debeat. Nam qui hoc sic enuntiant *Idem non potest esse, et non esse*, obscure: qui vero sic, *Quicquid est, vel est, vel non est*, etiam absurde et ridicule loquuntur. Hujus axiomatis certitudo nimirum (duorum nominum contradictoriorum, alterum cujuslibet rei nomen esse, alterum non esse) principium est et fundamentum omnis ratiocinationis, id est omnis philosophiæ; itaque accurate enuntiari debuit, ut omnibus per se clara et perspicua esset, sicut revera est, nisi iis qui longos de hac re sermones apud metaphysicos legentes, ubi nihil vulgare dici putant, id quod intelligunt, intelligere se nesciunt.

Nomen commune.

9. Deinde, nominum alia sunt pluribus rebus *communia*, ut *homo, arbor;* alia singulis rebus *propria*, ut *Is qui scripsit Iliadem, Homerus, Hic, Ille*. *Nomen* autem *commune*, cum sit plurium rerum sigillatim sumptarum nomen, non autem collective omnium simul (ut *homo*, non est generis humani nomen, sed uniuscujusque, ut Petri, Johannis et cæterorum hominum seorsim) vocatur ob eam rem *universale*. Est ergo nomen hoc *universale*, non rei alicujus existentis in rerum natura, neque ideæ, sive phantasmatis alicujus in

PARS I. 2.

animo formati, sed alicujus semper vocis sive nominis nomen. Ita ut cum dicatur animal, vel saxum, vel spectrum, vel aliud quicquam esse universale, non intelligendum sit ullum hominem, saxum, &c. fuisse, esse, aut esse posse universale, sed tantum voces eas *animal, saxum, &c.* esse nomina universalia, id est, nomina pluribus rebus communia, et respondentes ipsis in animo conceptus sunt singularium animalium vel aliarum rerum imagines et phantasmata. Ideoque non est opus ad vim *universalis* intelligendam alia facultate quam imaginativa, qua recordamur voces ejusmodi modo unam rem modo aliam in animo excitasse. *Communium* etiam *nominum*, alia sunt magis, alia minus *communia;* magis *commune* est quod plurium, minus quod pauciorum rerum nomen est. Ut *animal* magis commune est quam *homo*, vel quam *equus*, aut *leo*, quia illud hæc omnia complectitur; itaque nomen magis commune, respectu minus communis, quod sub ipso continetur, *genus* vel *generale* dici solet, hoc vero illius *species* vel *speciale* dicitur.

Nomina primæ et secundæ intentionis.

10. Atque hinc distinctio nominum tertia existit, videlicet ut alia *primæ*, alia *secundæ intentionis* dicta sint. Primæ intentionis sunt nomina rerum, ut *homo*, *lapis*, secundæ sunt nomina nominum et orationum, ut *universale*, *particulare*, *genus*, *species*, *syllogismus* et similia. Quare autem illa primæ, hæc secundæ intentionis dicta sunt, difficile est pronuntiare; nisi forte iis rebus nomina imponere quæ ad vitam quotidianam conducebant, intentio prima, deinde vero iis rebus quæ pertinebant ad scientiam, id est nominibus dare nomina, posterior et secunda cura fuerit. Sed quacunque

de causa hoc factum sit, manifestum tamen est *genus*, *species*, *definitionem* non esse nomina aliarum rerum præterquam vocum et nominum; et propterea non recte poni in metaphysicis *genus* et *speciem* pro rebus, et definitionem pro rei natura, cum sint tantum cogitationum nostrarum de natura rerum significationes.

Universale, particulare, individuum, indefinitum.

11. Quarto, nominum alia sunt significationis certæ sive determinatæ, alia indeterminatæ, sive indefinitæ. Determinatæ et certæ significationis est primo nomen quod unius tantum rei est, et vocatur *individuum*, ut *Homerus*, *hæc arbor*, *illud animal*. Secundo quod habet adjectam vocem, *omne*, *quodlibet*, *utrumque*, *utrumvis*, vel aliam æquipollentem. Vocatur autem *universale* quia nomen est uniuscujusque in illis pluribus quibus commune est. Sunt autem significationis certæ propterea quod is qui audit concipit animo rem quam loquens conceptam vellet. *Indefinitæ* significationis nomen est, primo cui adjicitur vox *aliqua*, *quædam*, vel alia his æquipollens, et vocatur *particulare*. Deinde nomen commune nude positum sine nota ulla aut universalitatis aut particularitatis, ut *homo*, *lapis*, vocaturque *indefinitum*, utrumque autem *particulare* et *indefinitum* ideo incertæ sunt significationis, quia is qui audit, nescit de qua re is qui loquitur sese intelligi velit. Itaque in oratione nomen *indefinitum* et *particulare* pro æquivalentibus censeri debent.

Sunt autem voces illæ universalitatis et particularitatis *omne*, *quodlibet*, *aliquod*, *&c.* non nomina sed nominum partes, ut idem sit *omnis homo*, et homo ille *quem audiens animo concipiet*, et qui-

PARS I. 2.

dam homo, idem quod *homo ille quem loquens animo jam concepit*. Ex quo intelligi etiam potest, hujusmodi signorum usum esse homini non propter se, sive ad scientiam propria meditatione acquirendam (habet enim unusquisque cogitationem suam sine his determinatam) sed propter alios, id est, ad docendum, et ad conceptus suos aliis significandos; nec fuisse ea memoriæ, sed colloquii causa excogitata.

Nomen univocum, et æquivocum.

12. Solent etiam distingui nomina in *univoca*, et *æquivoca*, ut *univoca* sint quæ in eadem serie ratiocinationis idem semper significant, *æquivoca* vero quæ nunc uno nunc alio modo intelligenda sunt. Ut si quis nomen trianguli *univocum* esse diceret quod in eodem sensu semper accipiatur, parabolam vero æquivocum quia quandoque allegoriam aut similitudinem, quandoque figuram quandam geometricam denotat. Etiam omnis metaphora ex professo æquivoca est; sed distinctio hæc non est ipsorum nominum, sed iis utentium, quorum alii, vocibus (ad eliciendam veritatem) proprie et accurate utuntur, alii ad ornatum vel ad fallaciam abutuntur.

Nomen absolutum et relativum.

13. Quinto, nominum alia Absoluta, alia Relativa appellantur. Relativa sunt quæ imponuntur propter comparationem; ut *pater, filius, causa, effectus, simile, dissimile, æquale, inæquale, dominus, servus, &c.* Quæ vero non ad significandam comparationem imponuntur, ea vocantur *Absoluta*. Sicut autem de universalitate dictum est, eam vocibus, non rebus attribui oportere, sic etiam de cæteris nominum distinctionibus dicendum est; nimirum, nullam rem *univocam*, aut

æquivocam, relativam aut *absolutam* esse. Est quoque alia nominum distinctio in *concreta* et *abstracta*, sed quoniam nomina abstracta, orta sunt a propositione, nec potuere constitui sine supposita affirmatione, de iis dicemus* suo loco.

PARS I. 2.

Nomen simplex et compositum.

14. Sexto nomina alia *simplicia*, alia *composita* sive conjuncta sunt. Imprimis autem monendum est, nomen non ita in philosophia sumi, sicut in grammatica, ut unum nomen sit, quod una constat voce, sed quod simul sumptum nomen sit unius rei. Nam philosophis totum hoc, *corpus animatum sentiens* unum nomen est, quia unius rei, nimirum uniuscujuscunque animalis, quæ tamen grammaticis tria sunt nomina. *Simplex* a *composito* non distinguitur ut in grammatica *per præpositionem*. *Simplex* nomen hic appello, quod in unoquoque genere communissimum sive universalissimum est. Compositum vero quod per adjunctum aliud nomen fit minus universale, significatque plures conceptus extitisse in animo propter quos nomina illa posteriora addita sunt. Exempli causa, in conceptu hominis (sicut in superiore capite indicatum est) primus conceptus est, eum aliquid esse extensum, cui rei notandæ adhibitum est nomen *corpus ;* itaque *corpus* est nomen simplex positum scilicet pro unico illo primo conceptu, deinde cum video illam moveri tali modo, alius nascitur conceptus, propter quem nominatur *corpus animatum*, quod *nomen* hic *compositum appello*, sicut etiam nomen *animal* quod *corpori animato* æquivalet. Eodem modo *corpus animatum rationale* ipsique æquivalens

* Cap. 3, art. 4.

PARS I. 2.

homo, magis adhuc compositum est. Atque sic videmus compositionem conceptuum in animo respondere compositioni nominum; nam ut in animo una idea sive phantasma alteri supervenit, et huic aliud, ita nomini uni aliud atque aliud superadditur, et fit ex omnibus unum nomen compositum. Cavendum tamen est ne putemus eodem modo componi ipsa corpora extra animum, nimirum, esse in rerum natura corpus sive existens aliquid imaginabile, quod primo nullam omnino habeat magnitudinem, deinde addita magnitudine fiat quantum, et pro magna vel parva quantitate apposita densum aut rarum, et rursus adjuncta figura fiat figuratum; et postea injecto lumine vel colore, lucidum, et coloratum, quamquam sint nonnulli qui sic philosophati sunt.

Descriptio prædicamenti.

15. Scriptores logici nomina (per omnia rerum genera) minus communia magis communibus subordinando in quasdam scalas sive gradus digerere conati sunt; velut in genere corporum, primo et summo loco *corpus* simpliciter ponere, deinde sub eo nomina minus communia quibus limitetur et determinatius fiat, nimirum *animatum* et *inanimatum*, et sic deinceps donec perveniatur ad *individua;* similiter in genere quantitatum, primo et summo loco ponunt *quantum*, deinde, *lineam*, *superficiem*, et *solidum*, nomina minus lata; atque hos ordines nominum sive scalas appellare solent *prædicamenta*, et *categorias*. Ordinantur autem nomina non modo *positiva* sed etiam *negativa*. Exempla autem sive *formulæ* prædicamentorum hujusmodi esse possunt.

PARS I. 2. Formulæ.

Formula Prædicamenti Corporum.

- Non Corpus sive Accidens.
- Corpus
  - Non Animatum.
  - Animatum
    - Non Animal.
    - Animal
      - Non Homo.
      - Homo
        - Non Petrus.
        - Petrus.

Consideratur autem tum Accidens tum Corpus
- Absolute ut
  - Quantitas; tantum.
  - Qualitas; tale.
- vel
- Comparate, et dicitur Relatio.

Formula Prædicamenti Quantitatum.

- Quantitas
  - Non continua ut numerus.
  - Continua
    - per se ut
      - linea.
      - superficies.
      - solidum.
    - per accidens
      - propter lineam, ut Tempus
      - propter lineam et tempus, ut Motus.
      - propter motum et solidum, ut Vis.

Ubi notandum est *lineam, superficiem,* et *solidum* tanta dici, id est, æqualitatis et inæqualitatis capacia esse primario et natura sua; *tempus* autem nisi propter *lineam* et *motum; velocitatem* nisi propter *lineam* et *tempus;* postremo *vim* nisi propter *solidum* et *velocitatem* alia aliis majora minora vel æqualia, aut omnino quantitatis dici non posse.

PARS I.
2.
Formulæ.

FORMULA PRÆDICAMENTI QUALITATIS.

- Qualitas
  - Sensio
    - Primaria
      - Visus.
      - Auditus.
      - Odoratus.
      - Gustus.
      - Tactus.
    - Secundaria
      - Imaginatio.
      - Affectio
        - jucunda.
        - molesta.
  - Sensibilis
    - per Visum, Lux et Color.
    - per Auditum, Sonus.
    - per Odoratum, Odor.
    - per Gustum, Sapor.
    - per Tactum, Durities, Calor, Frigus, &c.

FORMULA PRÆDICAMENTI RELATIONIS.

- Relatio
  - Magnitudinum, ut æqualitas, et inæqualitas.
  - Qualitatum, ut similitudo, et dissimilitudo.
  - Ordinum
    - Simul
      - Loco.
      - Tempore.
    - non Simul
      - Loco
        - prius.
        - posterius.
      - Tempore
        - prius.
        - posterius.

Notanda quædam circa prædicamenta.

16. Circa quæ prædicamenta notandum imprimis est, quod sicut in primo factum est, ita fieri posse in cæteris, ut divisio semper sit in nomina contradictoria; nam ut ibi *corpus* dividitur in *animatum* et *non animatum*, ita in prædicamento secundo potest *quantitas continua* dividi in *lineam* et *non-lineam*, et rursus *non-linea* in *superficiem*, et *non superficiem*, et sic in cæteris, sed non fuit necesse.

Secundo observandum est, quod nominum *positivorum* inferius semper continetur a superiore, negativorum vero superius ab inferiore. Nam

exempli gratia, *animal* nomen est uniuscujusque hominis, et ideo continet in se nomen *homo*, cum contra *non-homo* nomen sit uniuscujusque rei quod non est animal, ideoque nomen *non-animal* quod ponitur superius continetur ab inferiore nomine *non-homo*. PARS I. 2.

Tertio, cavendum est ne putemus, sicut nomina, ita etiam rerum ipsarum diversitates hujuscemodi distinctionibus per contradictoria exhauriri aut numero limitari posse; aut argumentum inde sumi (ut ridicule quidam fecerunt) ad probandum rerum ipsarum species non esse infinitas.

Quarto, nolo quemquam arbitrari, predictas has formulas pro certa et vera nominum ordinatione a me exhiberi; nam hujusmodi ordinatio nisi a philosophia perfecta *stabiliri* non potest; neque si ego, exempli causa, lucem in prædicamento qualitatum, alter in prædicamento corporum collocet, ob eam rem aut ego illum, aut ille me ullo modo dimovebit a sententia; hoc enim argumentis et ratiocinando, non dispositione vocularum faciendum est.

Postremo fateor me prædicamentorum usum in philosophia hactenus non magnum perspexisse. Cepit opinor Aristotelem libido quædam pro authoritate sua, cum rerum non posset, verborum tamen censum peragendi; ego autem idem hic feci, sed eo fine, ut qualis res sit intelligatur, non ut pro vero vocum ordine, nisi postquam ratione comprobabitur, habendum sit.

CAPUT III.

DE PROPOSITIONE.

1. Orationum species diversæ.—2. Propositionis definitio.—3. Quid sint Subjectum, Prædicatum, et Copula, et quid Abstractum, et Concretum.—4. Usus et abusus nominum Abstractorum.—5. Propositio Universalis et Particularis.—6. Affirmativa et Negativa.—7. Vera et Falsa.—8. Verum et Falsum in oratione, non in rebus esse.—9. Propositio Prima et Non-Prima. Definitio, Axioma, Petitio.—10. Propositio Necessaria, et Contingens.—11. Categorica et Hypothetica.—12. Propositio eadem multis modis profertur.—13. Quæ ad eandem Categoricam reduci possunt Æquipollentes esse.—14. Universales conversas per nomina contradictoria Æquipollentes esse.—15. Negativas easdem esse, sive Negatio ante sive post Copulam ponatur.—16. Particulares simpliciter conversas Æquipollentes esse.—17. Quæ sint Subalternæ, Contrariæ, Subcontrariæ, Contradictoriæ.—18. Quid sit Consequentia.—19. Falsum ex Veris non sequi.—20. Quomodo propositio propositionis sit causa.

PARS I. 3. Species diversæ Orationum.

1. Ex connexione sive contextu nominum, orationis diversæ oriuntur species; quarum aliæ desideria et affectus hominum significant, quales sunt *interrogationes;* quæ desiderium significant cognoscendi, ut *Vir bonus est quis?* ubi nomen unum ponitur, alterum desideratur, atque ab eo quem interrogamus expectatur. *Precationes,* quæ desiderium significant aliquid habendi; *promissiones, comminationes, optiones, jussiones, lamentationes,* aliaque aliorum affectuum indicia. Potest etiam esse oratio omnino absurda, et insignificans, nimirum ubi nominum seriei, nulla in animo respondet series conceptuum; quemadmodum sæpe accidit hominibus qui de rebus valde subtilibus cum nihil intelligant, intelligere tamen videri volunt, ut verba proferant incohærentia; nam

verborum etiam incohærentium connexio, etsi orationis fine (id est significatione) careat, oratio tamen est; occurritque apud scriptores Metaphysicos non multo minus sæpe quam oratio significativa. Philosophiæ unica orationis species est, quam vocant alii quidem *dictum*, alii *enuntiatum*, et *pronuntiatum*, plerique autem *propositionem;* videlicet orationem *affirmantium*, vel *negantium*, notamque veritatis et falsitatis.

Definitio propositionis.

2. Est autem *Propositio oratio constans ex duobus nominibus copulatis qua significat is qui loquitur, concipere se nomen posterius ejusdem rei nomen esse, cujus est nomen prius;* sive (quod idem est) nomen prius a posteriore contineri, exempli causa, oratio hæc *homo* est *animal,* in qua duo nomina copulantur per verbum *Est, propositio* est; propterea quod qui sic dicit, significat putare se nomen posterius *animal* nomen esse rei ejusdem cujus nomen est *homo,* sive nomen prius *homo* contineri in nomine posteriore *animal.*

Solet autem Nomen prius *subjectum* vel *antecedens,* vel *contentum,* posterius *prædicatum, consequens,* vel *continens* appellari; signum connexionis in plerisque gentibus, vel est vox aliqua, ut illa *Est,* ut in propositione *homo est animal,* vel vocis casus sive terminatio aliqua, ut in hac propositione *homo ambulat* (quæ idem valet quod *homo est ambulans*) terminatio illa qua dicitur *ambulat* potius quam *ambulans,* signum est ea nomina concipi ut copulata, sive ut nomina ejusdem rei. Sunt autem gentes nonnullæ, vel certe esse possunt, quæ vocem respondentem verbo nostro *Est* nullam omnino habeant, formant tamen propositiones sola nominis unius post aliud posi-

PARS I. 3.

tione tanquam pro *homo est animal* diceremus tantum *homo animal*, nam et ille ipse ordo nominum, connexionem suam satis indicare potest; neque ob eam rem quod careant voce *Est*, minus ad Philosophandum idonei sunt.

Quid sint subjectum, prædicatum, et copula, et quid abstractum, et concretum.

3. Itaque in omni *propositione* tria consideranda occurrunt; videlicet duo nomina *subjectum et prædicatum, et copulatio.* Et nomina quidem in animo excitant cogitationem unius et ejusdem rei. *Copulatio* autem cogitationem inducit causæ propter quam ea nomina illi rei imponuntur; ut cum dicimus exempli gratia, *corpus est mobile,* quamquam rem ipsam cogitamus utroque nomine designatam, non tamen ibi acquiescit animus, sed quærit ulterius, quid sit illud *esse corpus* vel *esse mobile,* id est, quæ sint in ea re diversitates ab aliis rebus, quare illa sic vocetur, aliæ non vocentur; quærentes itaque quid est *esse aliquid,* ut *esse mobile, esse calidum, &c.* quærunt in rebus nominum suorum causas.

Atque hinc nascitur nominum illa (quam præcedente capite tetigimus) distinctio in *concreta et abstracta. Concretum* autem est quod rei alicujus quæ existere supponitur nomen est, ideoque quandoque *suppositum,* quandoque *subjectum* Græce ὑποκείμενον appellatur; ut *corpus, mobile, motum, figuratum, cubitale, calidum, frigidum, simile, æquale, Appius, Lentulus,* et similia. *Abstractum* est, quod in re supposita existentem nominis concreti causam denotat, ut *esse corpus, esse mobile, esse motum, esse figuratum, esse tantum, esse calidum, esse frigidum, esse simile, esse æquale, esse Appium* vel *Lentulum,* et similia; vel nomina his æquivalentia, quæ communiter

Abstracta dici solent, ut *corporeitas, mobilitas, motus, quantitas, calor, frigus, similitudo, æqualitas* (et quibus vocibus *Cicero* usus est) *Appietas, Lentulitas*. Ejusdem generis etiam sunt infinitiva, nam *vivere, moveri*, idem sunt quod *vita, et motus*, vel *esse vivens, et esse motum*. Nomina autem abstracta causam nominis concreti denotant, non ipsam rem. Exempli gratia cum aliquid videamus, vel visibile aliquid animo concipiamus, apparet illa res, vel concipitur non in uno puncto, sed ut habens partes a partibus distantes, id est, ut extensa per spacium aliquod; quoniam igitur rem ita conceptam voluimus appellari *corpus*, causa ejus nominis est, *esse eam rem extensam* sive *extensio* vel *corporeitas ;* sic cum videntes aliquid modo hinc modo inde apparere, vocamus illud, *motum*, vel *translatum*, causa nominis ejus est, *moveri* eam rem, sive *motus* ejus.

Causæ autem nominum eædem sunt quæ nostrorum conceptuum, nimirum potentia aliqua vel actio, vel affectio rei conceptæ, vel ut aliqui loquuntur *modi* ejus, plerumque autem vocantur Accidentia; Accidentia dico non eo sensu quo Accidens opponitur *necessario*, sed quia non sunt res ipsæ, nec rerum partes, ita tamen res ipsas comitantur ut (excepta extensione) perire et destrui possint, abstrahi non possint.

Nominum abstractorum usus et abusus.

4. Inter nomina *concreta* et *abstracta* hoc quoque interest, quod illa, propositione ex illis conflata, priora sint, hæc vero (quia nisi esset propositio, a cujus copula oriuntur, esse non possent) posteriora. Est autem nominum abstractorum tum in omni vita, tum præcipue in philosophia, magnus et usus et abusus ; usus in eo quod

PARS I. 3.

sine his ratiocinari, id est, computare corporum proprietates plerumque non possumus; cum enim colorem, lucem, velocitatem, multiplicare, dividere, addere, vel adimere vellemus; si duplicaremus, vel adderemus ea per nomina concreta, dicendo (verbi gratia) calidum calidi, lucidum lucidi, motum moti duplum esse, non proprietates duplicaremus, sed ipsa corpora calida, lucida, mota, &c. quod non volebamus. Abusus autem in eo consistit, quod cum videant aliqui considerari posse, id est, ut diximus inferri in rationes quantitatis, caloris, et aliorum accidentium incrementa et decrementa sine consideratione corporum sive subjectorum suorum, (id quod appellatur *abstrahere* sive seorsim ab illis existere) loquuntur de accidentibus tanquam possent ab omni corpore separari. Hinc enim originem trahunt quorundam metaphysicorum crassi errores; nam ex eo quod considerari potest cogitatio sine consideratione corporis, inferre volunt, non esse opus corporis cogitantis; et ex eo quod quantitas considerari potest, non considerato corpore, existere etiam putant quantitatem sine corpore, et corpus sine quantitate, ita ut addita ad corpus quantitate tum demum fiat quantum. Ab eodem fonte nascuntur illæ voces insignificantes, *substantiæ abstractæ, essentia separata,* aliaque similia. Etiam confusio illa vocum a verbo *Est* derivatarum, ut *essentia, essentialitas, entitas, entitativum, et realitas, aliquidditas, quidditas,* quæ apud gentes quibus copulatio non sit per verbum *est*, sed per verba adjectiva ut *currit, legit, &c.* vel per meram nominum collocationem audiri non potuissent, quibus tamen gentibus, cum philosophari ut cæteræ possunt, non sunt necessariæ

eæ voces, *essentia, entitas* omnisque illa barbaries ad philosophiam.

Propositio universalis et particularis.

5. Propositionum distinctiones multæ sunt quarum prima sit, quod alia *universalis* sit, alia *particularis,* alia *indefinita,* alia *singularis,* quæ distinctio *quantitatis* appellari solet. *Universalis est,* cujus *subjectum* affectum est signo universalis nominis; ut *omnis homo est animal. Particularis* cujus *subjectum* affectum est signo nominis particularis; ut *quidam homo est doctus. Indefinita* cujus *subjectum* et commune nomen est, et sine signo; ut *homo est animal, homo est doctus. Singularis* est, cujus subjectum est nomen singulare; ut *Socrates est Philosophus. Hic homo est niger.*

Affirmativa et negativa.

6. Secunda distinctio, quæ *qualitatis* dicitur, est in *affirmativam et negativam. Affirmativa* est, cujus prædicatum est *nomen positivum,* ut *homo est animal. Negativa* cujus *prædicatum* est *nomen negativum,* ut *homo est non lapis.*

Vera et falsa.

7. Tertia distinctio est, quod alia *vera* est, alia *falsa. Vera* est cujus *prædicatum* continet in se *subjectum;* sive cujus *prædicatum* nomen est uniuscujusque rei, cujus nomen est *subjectum;* ut *homo est animal,* vera propositio est, propterea quod quicquid vocatur Homo, idem vocatur quoque Animal. Et *quidam homo est ægrotus* vera est, cum sit cujusdam hominis nomen Ægrotus. Quæ autem vera non est, sive cujus *prædicatum* non continet subjectum, ea Falsa appellatur, ut *homo est saxum.*

Voces autem hæ *verum, veritas, vera propositio,* idem valent. Veritas enim in dicto, non in re consistit: nam etsi *verum* opponatur aliquando

PARS I. 3.

apparenti, vel *ficto*, id tamen ad veritatem propositionis referendum est; nam ideo simulachrum hominis in speculo, vel spectrum, negatur esse verus homo, propterea quod hæc propositio, *spectrum est homo*, vera non est; nam ut spectrum non sit verum spectrum, negari non potest. Neque ergo veritas, rei affectio est, sed propositionis. Quod autem a metaphysicis dici solet *ens unum et verum* idem sunt, nugatorium et puerile est; quis enim nescit, hominem, et unum hominem et vere hominem idem sonare.

Verum et falsum in oratione, non in rebus esse.

8. Intelligitur hinc veritati et falsitati locum non esse, nisi in iis animantibus qui oratione utuntur. Etsi enim animalia orationis expertia, hominis simulachrum in speculo aspicientia similiter affecta esse possint, ac si ipsum hominem vidissent, et ob eam causam frustra eum metuerent, vel abblandirentur, rem tamen non apprehendunt tanquam veram aut falsam, sed tantum ut similem, neque in eo falluntur. Quemadmodum igitur orationi bene intellectæ debent homines, quicquid recte ratiocinantur; ita eidem quoque male intellectæ debent errores suos; et ut philosophiæ decus, ita etiam absurdorum dogmatum turpitudo solis competit hominibus. Habet enim oratio (quod dictum olim est de *Solonis* legibus) simile aliquid telæ aranearum; nam hærent in verbis et illaqueantur ingenia tenera et fastidiosa, fortia autem perrumpunt.

Deduci hinc quoque potest, veritates omnium primas, ortas esse ab arbitrio eorum qui nomina rebus primi imposuerunt, vel ab aliis posita acceperunt. Nam exempli causa verum est *hominem esse animal*, ideo quia eidem rei duo illa nomina imponi placuit.

Propositio prima et non-prima, Definitio, Axioma, Petitio.

9. Quarto, distinguitur propositio in *primam* et *non primam*. Prima est cujus Prædicatum est nomen, quod per plura nomina subjectum explicat, ut *homo est corpus animatum rationale;* idem enim quod comprehenditur in nomine *homo*, fusius dicitur nominibus conjunctis *corpus, animatum, rationale;* dicitur autem *prima* quia prima est in ratiocinatione; nam nisi nomine rei de qua quæritur prius intellecto, nihil probari potest. Sunt *primæ* autem nihil aliud præter definitiones, vel definitionis partes, et hæ solæ principia demonstrationis sunt, nimirum veritates arbitrio loquentium audientiumque factæ, et propterea indemonstrabiles; sunt qui his addunt alias quasdam propositiones quas appellant *primas et principia*, nempe *axiomata* sive *communes notiones;* quæ quia (etsi probatione non egent propter evidentiam) probari possunt, non sunt vere *principia;* ideoque minus recipienda pro principiis, quod sub nomine *principiorum* multa ignota et quandoque falsa clamore hominum qui omnia, quæ ipsi vera esse putant, pro claris obtrudunt. Solent quoque petitiones quædam in numerum recipi *principiorum*, ut verbi gratia, *posse inter duo puncta duci lineam rectam*, cæteræque petitiones geometrarum. Et principia quidem illa sunt artis, sive constructionis, non autem scientiæ et demonstrationis.

Propositio necessaria, et contingens.

10. Quinto, distinguitur *Propositio* in *necessariam* (id est necessario veram) et *veram quidem sed non necessario*, quam vocant *contingentem*. *Necessaria* est, quando nulla res concipi potest sive fingi ullo tempore, cujus nomen *sit subjectum*, quin ejusdem nomen sit etiam *prædicatum*. Ut *homo est animal* necessaria propositio est, quia

PARS I. 3.

quocunque tempore supponimus rei alicui convenire nomen *homo*, eidem rei conveniet quoque nomen *animal*. *Contingens* vero est quæ modo vera, modo falsa esse potest, ut *omnis corvus est niger;* hodie quidem contingere potest ut sit vera, alio tempore ut sit falsa. Rursus in omni propositione necessaria, *prædicatum* vel æquivalet subjecto, ut in hac *homo est animal rationale*, vel pars æquivalentis est, ut in hac *homo est animal*. Componitur enim nomen hoc *animal rationale*, sive *homo*, ex duobus, *animal* et *rationale*. At in contingente hoc non fit, nam etsi vera esset *omnis homo est mendax*, quoniam tamen vox *mendax*, non est pars nominis compositi, cui æquivalet nomen *homo*, non dicetur illa propositio necessaria sed contingens, etiamsi semper ita contingeret. Necessariæ itaque propositiones illæ sunt quæ sempiternæ veritatis sunt.

Hinc quoque manifestum est veritatem non rebus sed orationibus adhærere, veritates enim aliquæ æternæ sunt; semper enim verum erit *si homo, tum animal;* ut autem homo, aut animal in æternum existat necesse non est.

Categorica et Hypothetica.

11. Sexta distinctio propositionum est in *categoricam* et *hypotheticam*. *Categorica* est quæ simpliciter sive absolute pronuntiata est; ut *omnis homo est animal: nullus homo est arbor*. *Hypothetica*, quæ conditionaliter; ut *si quis homo est, is etiam animal est; si quis homo est, is lapis non est*. *Categorica, et hypothetica* ipsi respondens in propositionibus necessariis idem significant, in contingentibus non idem; exempli causa, si hæc *omnis homo est animal* vera sit, vera quoque erit, *si quis homo est, is etiam animal est;* sed in con-

tingentibus etsi vera sit *omnis corvus niger est*, falsa tamen erit *si quid corvus sit, id nigrum est.* Propositionem autem *hypotheticam* tum veram esse recte dicunt quando consequentia est vera, ut veram esse *omnis homo est animal*, quando si vera sit, *illud est homo*, non potest non esse vera, *idem illud est animal.* Itaque quoties hypothetica vera est, categorica ei respondens non modo vera, sed etiam necessaria est; id quod adnotandum putavi, pro argumento ut tutius plerumque fit philosophis per propositiones hypotheticas quam per categoricas ratiocinari.

Propositio eadem multis modis profertur.

12. Quoniam autem propositio quælibet pluribus modis et proferri, et scribi possit et soleat, etsi loquendum semper sit sicut plurimi loquuntur, ab iis tamen qui philosophiam a doctoribus ediscunt, cavendum est ne varietate illa loquutionis decipiantur. Itaque si quando obscuritas aliqua occurrat, reducenda est propositio ad formam suam simplicissimam, et categoricam, in qua sit expressa copulativa vox *est*, et *subjectum* aperte separetur et distinguatur a *prædicato*, neutrumque ullo modo cum *copula* misceatur. Exempli gratia, propositio hæc, *homo potest non peccare*, collata cum hac, *homo non potest peccare*, quomodo differant tum cognoscitur, si reducantur ad has, *homo est potens non peccare*, *homo est non potens peccare*, ubi prædicata aperte diversa sunt; sed hoc tacite apud se, vel ad solum præceptorem faciendum; nam sic loqui in congressu hominum, absurdum et ridiculum est. Dicturus igitur de propositionibus æquipollentibus primo loco pono propositiones omnes quæ ad unam et eandem pure categoricam reduci possunt, esse *æquipollentes*.

PARS I. 3.

Quæ ad eandem categoricam reduci possunt æquipollentes esse.

13. Secundo, categorica necessaria suæ hypotheticæ *æquipollens* est; quales sunt categorica, *triangulum rectilineum habet tres angulos æquales duobus rectis;* et hypothetica, *si quid triangulum sit, illud tres habet angulos æquales duobus rectis.*

Universales conversas per nomina contradictoria æquipollentes esse.

14. Tertio duæ quælibet universales, quarum unius termini (id est subjectum et prædicatum) sunt alterius terminis contradictorii et positi ordine converso; ut hæ, *omnis homo est animal, et omne non animal est non homo;* quoniam enim vera est *omnis homo est animal* nomen *animal* continet nomen *homo,* est autem utrumque nomen positivum, itaque per articulum ultimum præcedentis nomen negativum *non homo* continet nomen negativum *non animal,* vera ergo est *omne non animal est non homo;* vel hæ, *nullus homo est arbor, nulla arbor est homo.* Nam si verum sit *arbor* non esse nomen ullius hominis, nulli rei conveniet utrumque nomen *homo et arbor,* est ergo vera *nulla arbor est homo.* Item propositioni cujus uterque terminus est negativus, ut huic *omne non animal est non homo,* æquipollet hæc *solum animal est homo.*

Negativas easdem esse, sive negatio ante sive post copulam ponatur.

15. Quarto, *propositiones negativæ,* sive particula negationis ponatur post copulam, ut faciunt gentes nonnullæ, sive ante ut fit *Latine et Græce,* si termini iidem sint, æquipollent. Exempli gratia, *homo non est arbor,* et *homo est non arbor* æquipollent, quamquam hoc neget *Aristoteles;* item hæ, *omnis homo est non arbor, et nullus homo est arbor* æquipollent; idque ita aperte ut non egeat demonstratione.

Particulares simpliciter

16. Postremo, particulares omnes, conversis terminis æquipollent, ut hæ, *quidam homo est*

cæcus, et quoddam cæcum est homo, nam nomen utrumque alicujus unius et ejusdem hominis nomen est, ideoque eandem veritatem significant connexæ utrovis ordine.

conversas æquipollentes esse.

17. Earum quæ terminos eosdem et eodem ordine positos, sed varia quantitate, vel qualitate modificatos habent, aliæ dicantur *subalternæ*, aliæ *contrariæ*, aliæ *subcontrariæ*, aliæ *contradictoriæ*.

Quæ sint subalternæ, contrariæ, subcontrariæ, contradictoriæ.

Subalternæ sunt, universalis et particularis ejusdem qualitatis, ut *omnis homo est animal; quidam homo est animal;* vel *nullus homo est sapiens; quidam homo non est sapiens.* Harum si universalis vera est, etiam particularis vera erit.

Contrariæ sunt universales diversæ qualitatis, ut *omnis homo est beatus; nullus homo est beatus.* Harum si una vera est, altera est falsa, possunt quoque esse ambæ falsæ ut in exemplo proposito.

Subcontrariæ sunt particulares diversæ qualitatis, ut *quidam homo est doctus, quidam homo non est doctus;* quæ non possunt esse ambæ falsæ, sed possunt ambæ esse veræ.

Contradictoriæ sunt quæ differunt et quantitate et qualitate, ut *omnis homo est animal, quidam homo non est animal;* quæ neque ambæ veræ, neque ambæ falsæ esse possunt.

18. Propositio ex duabus aliis propositionibus sequi dicitur, quando si hæ veræ esse supponantur illam non esse veram supponi non potest. Exempli causa, sint duæ propositiones *omnis homo est animal, et omne animal est corpus*, quæ intelligantur esse veræ, et propterea *corpus* esse nomen uniuscujusque animalis et *animal* uniuscujusque hominis; quoniam his intellectis, intelligi non potest corpus non esse nomen uniuscujusque

Quid sit consequentia.

PARS I. 3.

hominis, id est propositionem hanc *omnis homo est corpus* esse falsam, dicetur hæc ex illis duabus sequi, sive inferri necessario.

Falsum ex veris non sequi.

19. Verum ex falsis sequi aliquando potest, falsum ex veris nunquam; si enim hæ, *omnis homo est lapis, et omnis lapis est animal* (quæ falsæ sunt) concedantur esse veræ, conceditur *animal* esse nomen uniuscujusque lapidis, et *lapidem* uniuscujusque hominis, id est, *animal* esse nomen uniuscujusque hominis, hoc est, propositionem hanc *omnis homo est animal* esse veram, sicut vera est; itaque sequetur aliquando vera ex falsis; sed sint ambæ veræ, quæcunque eæ sint, falsa non sequetur; cum enim vera ex falsis sequatur, ob eam causam quia etsi falsæ sint concedantur tamen esse veræ, vera etiam ex veris concessis sequitur eodem modo.

Quomodo propositio propositionis sit causa.

20. Quoniam autem ex veris non sequetur nisi vera, ideoque intellectio verarum causa est intellectionis alterius veræ ex illis derivatæ; solent propositiones duæ antecedentes propositionis illatæ, sive consequentis, causæ appellari; dicunt ergo Logici *præmissas esse* causas conclusionis; et ferri quidem potest hoc, etsi locutio ea propria non sit; cum intellectionis intellectio, non oratio orationis causa sit. Quod vero iidem rem ipsam suæ proprietatis causam esse dicant, ineptum est. Exempli causa, cum figura quædam sit triangulum, habeatque omne triangulum angulos suos simul sumptos æquales duobus rectis, unde sequitur figuram illam habere angulos suos omnes æquales duobus rectis, propter eam rem dicunt figuram illam causam esse illius æqualitatis, cæterum quoniam figura suos angulos non ipsa facit, neque ergo causa *efficiens*

dici potest, vocant eam *causam formalem* cum revera causa omnino non sit; neque figuram omnino sequitur proprietas ejus, sed simul cum ipsa existit; sed solummodo cognitio figuræ antecedit cognitionem proprietatis; una autem cognitio alterius cognitionis vere causa est, nimirum causa efficiens.

Et de propositione, quæ progressionis philosophicæ quasi uno tantum pede promoto primus passus est, tantum esto; cui si debito modo addatur alter fiet syllogismus, tanquam gressus integer, de quo in capite sequenti dicturus sum.

CAPUT IV.

DE SYLLOGISMO.

1. Definitio Syllogismi.—2. In Syllogismo tres tantum sunt termini.—3. Major, Minor, et Medius terminus, item Major et Minor propositio quid sint.—4. Medius terminus in omni Syllogismo debet esse in utraque propositione determinatus ad rem unam et eandem.—5. Ex duabus particularibus nihil infertur.—6. Syllogismum esse collectionem duarum propositionum in unam summam.—7. Syllogismi figura quid.—8. Quid sit in animo Syllogismo respondens.—9. Figura indirecta prima quomodo fit.—10. Figura indirecta secunda quomodo fit.—11. Figura indirecta tertia quomodo fit.—12. Modi in unaquaque figura multi, sed plerique inutiles ad Philosophiam. 13. Categorico Syllogismo, æquipollet Hypotheticus.

1. ORATIO quæ constat tribus propositionibus ex quarum duabus sequitur tertia, vocatur *syllogismus.* Et ea quidem quæ sequitur *conclusio,* reliquæ *præmissæ* appellantur. Exempli gratia, oratio hæc, *omnis homo est animal, omne animal est* Definitio Syllogismi.

PARS I.
4.

corpus, ergo, *omnis homo est corpus*, syllogismus est; quoniam tertia ex præcedentibus sequitur, id est, si illæ veræ esse concedantur, concedi necesse est hanc quoque veram esse.

In syllogismo tres tantum sunt termini.

2. Ex duabus autem propositionibus quæ terminum communem non habent conclusio nulla sequitur, neque ergo fit syllogismus; sint enim quælibet duæ præmissæ *homo est animal, arbor est planta*, ambæ veræ; quoniam tamen ex his non colligitur *plantam* nomen esse aut hominis aut *hominem* plantæ, non necesse est ut vera sit *homo est planta*. Corollarium. Itaque in syllogismi *præmissis* tres tantum termini esse possunt.

Præterea in *conclusione* terminus nullus esse potest qui non fuerit in præmissis; sint enim duæ præmissæ quælibet *homo est animal, animal est corpus*, si tamen in conclusione ponatur alius quilibet terminus, ut *homo est bipes*, etsi vera sit, non tamen ex præmissis sequitur; cum ex iis non colligitur nomen *bipes* convenire homini; quare rursus in unoquoque syllogismo termini tres tantum sunt.

Major, minor, et medius terminus, item major et minor propositio quid sint.

3. Horum terminorum *major* dici solet is qui est in conclusione *prædicatum; minor*, is qui est in conclusione *subjectum*, reliquus *medius* vocatur, ut in hoc *syllogismo, homo est animal, animal est corpus*, ergo, *homo est corpus, corpus* est terminus *major, homo* terminus *minor*, et *animal medius*. Item præmissarum ea in qua reperitur terminus *major, major propositio*, ea quæ habet terminum *minorem, minor propositio* dicitur.

Medius terminus in omni syllogismo debet esse

4. Si medius terminus non sit in utraque præmissa determinatus ad unam eandemque rem singularem, conclusio ex præmissis non sequetur,

neque fiet *syllogismus;* sit enim *minor* terminus *homo, medius animal, major leo,* et sint præmissæ omnis *homo est animal,* quoddam *animal* est *leo,* non sequetur tamen, *omnem aut aliquem hominem esse leonem.* Ex quo intelligitur in omni syllogismo, illam propositionem quæ habet *medium* terminum pro *subjecto,* debere esse aut *universalem,* aut *singularem,* non autem *particularem* neque *indefinitam.* Exempli causa, syllogismus hic *omnis homo est animal, quoddam animal est quadrupes, ergo quidam homo est quadrupes,* ideo vitiosus est, quia *medius* terminus *animal* in priore præmissa ad hominem solum determinatur, dicimus enim hoc tantum animal esse nomen hominis, in posteriore vero de aliquo alio animale præter hominem intelligi potest. At si posterior fuisset universalis, ut hic, omnis *homo est animal, omne animal est corpus,* ergo, *omnis homo est corpus,* syllogismus fuisset legitimus, sequutum enim esset corpus esse omnis animalis, id est, etiam hominis nomen, id est, veram fuisse conclusionem *omnis homo est corpus.* Similiter si medius terminus sit singulare nomen, fiet syllogismus, inutilis quidem ad Philosophiam, sed tamen syllogismus, ut hic, *quidam homo est Socrates, Socrates est philosophus,* ergo, *quidam homo est philosophus;* nam concessis præmissis, negari conclusio non potest.

In utraque propositione determinatus ad rem unam et eandem.

5. Ex duabus ergo præmissis in quibus ambabus medius terminus est particularis, non fit syllogismus; nam sive *medius terminus* sit in utraque præmissa *subjectum,* sive in utraque prædicatum, sive in altera subjectum in altera prædicatum, non

Ex duabus particularibus nihil infertur.

PARS I. 4.

necesse est, ut ad eandem rem determinetur; sint enim præmissæ,

Quidam homo est cæcus } ubi medius terminus
Quidam homo est doctus } est subjectum,

Non sequetur neque *cæcum* alicujus docti, neque *doctum* alicujus cæci nomen esse, cum nomen *doctum* non contineat nomen *cæcum*, nec hoc illud, non est ergo necesse ut ambo sint nomina ejusdem hominis, sic ex præmissis his

Omnis homo est animal } in quibus ambabus
Omnis equus est animal } *medius* terminus est prædicatum,

Nihil sequetur, nam cum *animal* utrobique indefinitum sit, ideoque æquivaleat particulari, possitque homo esse quoddam animal, et equus aliud quoddam animal, non necesse est ut *homo* sit nomen equi, aut equus hominis. Vel si præmissæ sint

Omnis homo est animal } in quarum altera *medius*
Quoddam animal est quadrupes } terminius est subjectum in altera prædicatum,

Non sequetur conclusio, propterea quod cum nomen *animal* non sit determinatum, potest in altera de homine, in altera de non homine intelligi.

Syllogismum esse collectionem duarum propositionum in unam summam.

6. Manifestum autem est ex præcedentibus, syllogismum nihil aliud esse præter collectionem summæ quæ fit ex duabus propositionibus (per terminum communem quem *medium* appellant) inter se conjunctis; et ita *syllogismum* esse additionem trium nominum, sicut *propositio* duorum.

Syllogismi figura quid.

7. Distingui solent syllogismi diversitate *figurarum*, hoc est diversa positione *medii termini;* et in figura rursus distinguuntur quidam *modi*, hoc est differentiæ quædam in propositionum *quantitate* et *qualitate*. *Prima figura* numeratur ea in qua termini ordinantur secundum latitudinem significationum, ut *minor* terminus *primus* ordine fiat, deinde *medius*, tertius *major;* ut si ponamus pro *minore* termino *homo*, pro *medio animal*, pro majore *corpus;* syllogismus in prima figura erit.

Homo est animal, animal est corpus.

In qua minor propositio est, *homo est animal*, major, *animal est corpus*, conclusio sive summa collecta *homo est corpus*. Appellatur autem hæc figura directa, quia termini ejus directum ordinem observant, variatur autem per quantitatem et qualitatem quatuor modis, siquidem enim omnes termini sint positivi, et minor terminus universalis, ut *omnis homo est animal*, *omne animal est corpus*, fit modus primus; in quo omnes propositiones sunt affirmativæ universales; sin major sit nomen negativum, et minor universalis, fit secundus modus; ut *omnis homo est animal*, *omne animal est non arbor*, in quo major propositio et conclusio sunt universales negativæ. His duobus addi solent alii duo, faciendo minorem terminum particularem. Potest quoque fieri ut tam major quam medius terminus nomen sit negativum; quod cum fit, oritur alius modus in quo omnes propositiones negativæ sunt, et tamen legitimus fiet syllogismus, ut si termini sint minor *homo*, medius *non lapis*, major *non silex*, syllogismus,

PARS I. 4.

nullus homo est lapis, quicquid non est lapis non est silex, ergo nullus homo est silex, etsi ex tribus constet negativis, est tamen legitimus. Sed quoniam in philosophia cujus est de proprietatibus rerum regulas statuere universales, et negativa non differat ab affirmativa, nisi quod in hac nomen positivum, in illa negativum de subjecto affirmatur, superfluum est alium modum considerare in figura directa, præter eum in quo omnes propositiones sunt et universales et affirmativæ.

Quid sit in animo syllogismo respondens.

8. Syllogismo directo cogitatio in animo respondens est hujusmodi; primo concipitur phantasma rei nominatæ cum accidente sive affectu ejus propter quem appellatur eo nomine quod est in minore propositione *subjectum ;* deinde animo occurrit phantasma ejusdem rei cum accidente sive affectu propter quem eo nomine appellatur quod est in eadem propositione *prædicatum.* Tertio redit cogitatio rursus ad rem nominatam, cum affectu propter quem eo nomine appellatur quod est in prædicato propositionis majoris. Postremo cum meminerit eos affectus esse omnes unius et ejusdem rei, concludit tria illa nomina ejusdem quoque rei esse nomina; hoc est conclusionem esse veram. Exempli causa, quando fit syllogismus hic, *homo est animal, animal est corpus,* ergo, *homo est corpus,* occurrit animo imago hominis loquentis vel disserentis, meminitque id quod sic apparet vocari *hominem.* Deinde occurrit eadem imago ejusdem hominis sese moventis, meminitque id quod sic apparet vocari *animal.* Tertio recurrit eadem imago hominis locum aliquem sive spatium occupantis, meminitque id quod sic apparet vocari *corpus.* Postremo cum meminerit rem illam quæ

et extendebatur secundum locum, et loco movebatur, et oratione utebatur unam et eandem fuisse, concludit etiam nomina illa tria *homo, animal, corpus*, ejusdem rei esse nomina, et proinde *homo est corpus*, esse propositionem veram. Manifestum hinc est conceptum sive cogitationem quæ respondens syllogismo ex propositionibus universalibus in animo existit, nullam esse in iis animalibus quibus deest usus nominum, cum inter syllogizandum oporteat non modo de re sed etiam alternis vicibus de diversis rei nominibus, quæ propter diversas de re cogitationes adhibita sunt, cogitare.

Figura indirecta prima quomodo fit.

9. Reliquæ figuræ a primæ sive directæ figuræ inflexione, vel inversione, quod fit per majoris, vel minoris, vel utriusque mutationem in conversam ipsi æquipollentem, oriuntur; ex quo sequuntur tres aliæ figuræ, quarum duæ inflexæ sunt, tertia inversa. Harum trium prima fit ex conversione majoris hoc modo; sint termini indirectum positi, minor, medius, major, hoc ordine *homo est animal, est non lapis*, fit figura directa quæ retorquetur per conversionem majoris hoc modo,

> *Homo est animal,*
> *Lapis est non animal,*

et fiet figura secunda sive indirectarum prima; cujus conclusio erit, *homo est non lapis.*

Nam cum ostensum sit capite præcedente articulo 14, conversas universales per terminorum contradictionem esse æquipollentes, uterque syllogismus idem concludet; nam si legamus majorem ordine contrario (more Hebræorum) *animal est non lapis*, eadem omnino erit ratio quæ fuerat prius directa.

PARS I. 4.

Similiter directus est *homo non est arbor, non est pyrus.*

Conversa autem majore in suam æquipollentem per terminorum contradictionem stabit indirecte sic;

Homo non est arbor,
Pyrus est arbor.

Ex quibus rursus fit conclusio eadem *homo non est pyrus.*

Oportet autem in convertendo figuram directam in figuram indirectarum primam ut *major terminus* in figura directa sit *negativus*, nam etsi ex directa hac, *homo est animal, est corpus*, fiat indirectus per majoris conversionem:

Homo est animal,
Non corpus non est animal,
Ergo, *omnis homo est corpus;*

tamen conversio apparet adeo obscura ut modus ille prorsus inutilis sit. Per conversionem majoris patet medium terminum in hac figura semper esse in utraque præmissa *prædicatum.*

Figura indirecta secunda quomodo fit.

10. Indirectarum secunda fit ex conversione minoris, ita ut *medius terminus* utrobique sit *subjectum.* Sed nunquam concludit universaliter, neque itaque in philosophia utilis est, exemplum tamen ejus ponemus. Sit ergo directus, *omnis homo est animal, omne animal est corpus*, conversa minore stabit sic:

Quoddam animal est homo,
Omne animal est corpus, Ergo,
Quidam homo est corpus.

Nam *omnis homo est animal,* converti non potest in hanc, *omne animal est homo,* et proinde si syllogismo huic restituatur sua forma directa, fiet minor *quidam homo est animal,* et per consequens conclusio erit *quidam homo est corpus,* cum minor terminus, *homo,* qui subjectum est conclusionis, sit nomen particulare.

Figura indirecta tertia quomodo fit.

11. Figura inversa, sive indirecta tertia fit per conversionem utriusque præmissæ. Exempli causa, si directus sit:

Omnis homo est animal,
Omne animal est non lapis, Ergo,
Omnis homo est non lapis.

Fiet inversus { *Omnis lapis est non animal,*
Omne non animal est non homo, Ergo,
Omnis lapis est non homo.

Quæ conclusio conversa, et æquipollens est conclusionis directæ.

Figuræ itaque, si earum numerus solius medii termini situs varietate definiatur, tres tantum sunt; in quarum prima, medius terminus medium locum, in secunda ultimum, in tertia primum locum obtinet; at si figuræ numerentur secundum situm terminorum simpliciter, quatuor erunt, nam prima rursus in duas distinguetur, nimirum in directum et inversum. Ex quo patet controversiam quæ est inter Logicos de quarta figura non tam esse quam videri, nam de re patet, propter terminorum situm (nulla quantitate neque qualitate, quibus distinguuntur modi, considerata) quatuor esse syllogismorum differentias quas quilibet vel figuras, vel alio nomine, pro arbitrio suo appellare potest.

PARS I. 4.

Modi in unaquaque figura multi, sed plerique inutiles ad philosophiam.

12. In singulis his figuris, si præmissas, per eas quæ possunt esse a quantitate et qualitate differentias variare velimus, multi in unaquaque earum orientur *modi;* nimirum in figura directa 6, in figurarum indirectarum prima 4, in secunda 14, in tertia 18. Sed quoniam a figura directa rejecimus omnes *modos*, ut superfluos, præter eum qui constat ex universalibus; et cujus minor affirmativa est, rejicimus una eos *modos* cæterarum figurarum, quæ oriuntur ex præmissarum directæ figuræ conversionibus.

Categorico syllogismo, æquipollet hypotheticus.

13. Sicut autem in propositionibus necessariis ante ostensum est categoricam et hypotheticam æquipollentes esse, ita quoque syllogismum categoricum et hypotheticum æquivalere manifestum est. Syllogismus enim categoricus quilibet, hic

Omnis homo est animal,
Omne animal est corpus, Ergo,
Omnis homo est corpus.

Eandem habet vim quam hypotheticus hic,

Si quid est homo, illud est animal,
Si quid est animal, illud est corpus, Ergo,
Si quid est homo, illud est corpus.

Similiter in figura indirecta categoricus hic,

Nullus lapis est animal,
Omnis homo est animal, Ergo,
Nullus homo est lapis, vel
Nullus lapis est homo.

Æquivalet hypothetico huic,

Si quid homo est, animal est,
Si quid lapis est, animal non est, Ergo,
Si quid lapis est, homo non est, vel
Si quid homo est, lapis non est.

Et videntur quidem quæ dicta sunt sufficere ad cognitionem naturæ syllogismorum; nam et quæ de modis et figuris fuse ab aliis utiliter tractata sunt, in illis clare continentur; neque tam præceptis ad legitimam ratiocinationem, quam praxi opus est; citiusque multo veram logicam discent qui mathematicorum demonstrationibus, quam qui logicorum syllogizandi præceptis legendis tempus conterunt: haud aliter quam parvuli pueri, gressum formare discunt non præceptis sed sæpe gradiendo. Itaque de gressu philosophiæ qualis esse debet, tantum dictum esto. Dicemus proximo loco de vitiorum sive errorum in quos incaute ratiocinantes incidere solent, speciebus et causis.

CAPUT V.

DE ERRATIONE, FALSITATE ET CAPTIONIBUS.

1. Erratio et falsitas quomodo differunt; Error animi citra vocabulorum usum, quomodo contingit.—2. Septem modi incohærentiæ nominum, in quibus propositio semper falsa est. 3. Exemplum primi.—4. Secundi.—5. Tertii.—6. Quarti. 7. Quinti.—8. Sexti.—9. Septimi.—10. Falsitatem propositionum detegi per terminorum resolutionem per continuas definitiones usque ad nomina simplicia sive summa genera. 11. Vitium syllogismi ex implicatione terminorum cum copula. 12. Vitium syllogismi ex æquivocatione.—13. Captiones sophisticas peccare sæpius in materia quam in forma syllogismi.

1. Errare non modo affirmando et negando, sed etiam sentiendo, et in tacita hominum cogitatione contingit. Affirmando et negando, quando rei

Erratio et falsitas quomodo differunt.

PARS I. 5.

alicui nomen attribuunt quod nomen ejus rei non est. Ut si simulachro solis viso, tum per reflexionem in flumine, tum directe in cœlo, utrique nomen solis attribuendo, diceremus duos esse soles; id quod nisi hominibus accidere non potest; nam aliis animalibus usus nominum nullus est. Falsitatis nomen, solum hoc genus erroris meretur, ut quod non a sensu, aut a rebus ipsis, sed a temeritate oritur pronuntiandi. Nomina enim non a rerum speciebus, sed a voluntate hominum constituta sunt; quo fit ut qui a pactis rerum appellationibus discedit, non a rebus neque a sensu fallitur (nam illam rem quam videt, appellari solem non videt, sed voluit) sed negligentia sua sententiam falsam dicit. Sensu et cogitatione erratur, quando ex præsenti imaginatione aliud imaginamur; vel quando præterita quæ non præcessere, vel futura quæ sequutura non sunt, tamen tanquam præterita vel futura fingimus; ut quando ex viso solis in flumine simulachro, rem aliquam cujus illud simulachrum est eo loci esse imaginamur; vel quando ex conspectis gladiis pugnam fuisse vel fore ex eo quod plerumque ita fieri consuevit; vel ex promissis, promittentis animum, vel denique ex quocunque signo, rem significatam frustra fingimus. Atque hujusmodi errores omnibus rebus sensu præditis communes sunt; neque sic tamen aut a sensibus, aut a rebus quas sentimus, sed a nobis ipsis ea, quæ non sunt fingentibus et quæ simulachra tantum sunt, plus quam simulachra esse præsumentibus fallimur. Falsæ autem neque res, neque imaginationes dici possunt cum et vere sunt id quod sunt, neque promittunt, ut signa, quicquam quod non præstant; non enim illæ promittunt,

Error animi citra vocabulorum usum, quomodo contingit.

sed ex illis nos; neque nubes, sed nos ex visa nube pluviam promittimus. Erroribus itaque qui contingunt ex signis naturalibus occurretur, primo et ante ratiocinationem, si ad hujusmodi conjecturalia comparemus nos tanquam ignorantes; deinde per ratiocinationem. Proveniunt enim a defectu ratiocinationis. Cæteri errores qui in affirmationibus et negationibus consistunt (id est falsitas propositionum) pravæ ratiocinationis vitia sunt. De his igitur ut qui philosophiæ contraria sunt præcipue dicendum est.

Septem modi incohærentiæ nominum, in quibus propositio semper falsa est.

2. Errores qui contingunt inter ratiocinandum, id est, inter syllogizandum; vel in alicujus præmissæ falsitate, vel in illatione consistunt. In primo casu, syllogismum peccare dicunt materia; in secundo, forma. Considerabimus primo materiam, quibus scilicet modis propositio aliqua falsa esse possit, deinde formam, et quibus modis contingit, quando præmissæ sunt veræ, illationem esse non veram.

Quoniam omnis propositio vera est per cap. 3, art. 7, in qua copulantur duo nomina ejusdem rei, falsa autem in qua nomina copulata diversarum rerum sunt, quot modis contingit nomina copulata non esse ejusdem rei, totidem modis falsa fiet propositio.

Rerum autem nominatarum genera quatuor sunt, nimirum *corpora, accidentia, phantasmata, et nomina ipsa.* Itaque in omni vera propositione, necesse est nomina copulata vel ambo esse *corporum*, vel ambo *accidentium*, vel ambo *phantasmatum*, vel ambo *nominum*. Nomina aliter conjuncta incohærentia esse et constituere propositionem falsam. Potest etiam contingere ut nomen rei

PARS I. 5.

cum nomine orationis copuletur. Septem ergo modis copulata nomina non cohærent.

1. Si nomen Corporis	copuletur	cum nomine Accidentis.
2. Si nomen Corporis		cum nomine Phantasmatis.
3. Si nomen Corporis		cum nomine Nominis.
4. Si nomen Accidentis		cum nomine Phantasmatis.
5. Si nomen Accidentis		cum nomine Nominis.
6. Si nomen Phantasmatis		cum nomine Nominis.
7. Si nomen Rei		cum nomine Orationis.

Quorum omnium exempla subjungemus.

Exemplum primi.

3. Juxta modum primum falsæ sunt ubi nomina abstracta copulantur cum concretis, ut *esse est ens, essentia est ens,* τὸ τί ἦν ειναὶ, (i.) *quidditas est ens,* et multa istiusmodi quæ reperiuntur in metaphysicis *Aristotelis ; item intellectus agit, intellectus intelligit, visus videt, corpus est magnitudo, corpus est quantitas, corpus est extensio, esse hominem est homo, albedo est alba ;* simile enim est ac si quis diceret *cursor est cursus,* vel *ambulatio ambulat,* item, *essentia est separata, substantia est abstracta,* atque harum similes, vel ab his derivatæ (quarum philosophia communis est plenissima) cum enim nullum subjectum accidentis, id est, nullum corpus est accidens, nullum nomen accidentis, corpori, neque corporis accidenti tribuetur.

Secundi.

4. Secundo modo peccant propositiones hujusmodi, *spectrum est corpus, vel spiritus,* id est, corpus tenue. *Species sensibiles volitant per aerem,* huc, illuc *moventur,* quod proprium est corporum. Item *umbra movetur,* vel est corpus. *Lumen movetur,* vel est corpus. *Color est objectum visionis, sonus auditionis ; spatium vel locus est res extensa,* aliæque hujusmodi innumeræ ; cum enim spectra, species visibiles, soni, umbra, lux, color, spatium, &c. somniantibus non minus

adsunt quam vigilantibus, non sunt eæ res externæ, sed animi imaginantis phantasmata; nomina itaque eorum cum nominibus corporum copulari in veram propositionem non possunt.

Exemplum tertii.

5. Tertii modi propositiones falsæ sunt tales, *genus est ens. Universale est ens. Ens de ente prædicatur. Genus* enim et *universale et prædicare*, nominum, non rerum nomina sunt. Item, *numerus* est *infinitus*, falsus est, nam numerus nullus est infinitus, sed nomen tantum sive vox hæc, *numerus*, cui cum in animo nullus certus numerus substernitur, nomen quidem appellatur indefinitum, non tamen numerus aliquis est infinitus.

Quarti.

6. In quartum modum incidunt falsæ tales, *objecti magnitudo vel figura, ea quæ est, spectantibus apparet; color, lumen, sonus, est in objecto*, et harum similes; apparet enim objectum idem quandoque majus, quandoque minus, quandoque quadratum, quandoque rotundum, pro diversitate distantiarum et mediorum; una autem et eadem semper est vera rei visæ magnitudo et figura, adeo ut eæ quæ apparent magnitudines et figuræ eorundem objectorum magnitudines et figuræ esse non possint; sunt igitur phantasmata, conjunguntur itaque in hujusmodi propositionibus nomina accidentium cum nominibus phantasmatum.

Quinti.

7. Quinto modo peccant qui dicunt, *definitionem esse rei essentiam; albedinem vel aliud accidens esse genus vel universale*. Definitio enim non est rei essentia, sed oratio conceptus nostros de rei essentia significans; similiter non albedo ipsa, sed vox *albedo* genus est, et universale.

Sexti.

8. Sexto modo errant qui dicunt *ideam alicujus rei esse universalem*, tanquam esset in animo imago

PARS I. 5.

quædam hominis quæ nullius unius hominis esset, sed hominis simpliciter, quod est impossibile, nam idea omnis, et una est, et unius rei; decipiuntur autem in eo quod nomen rei pro idea ejus ponunt.

Exemplum septimi.

9. Septimo modo errant qui distinguentes entia, dixerunt, ***entium aliud esse ens per se, aliud per accidens;*** nimirum quia hæc ***Socrates est homo***, propositio necessaria est, et ***Socrates est musicus***, propositio contingens, ob eam causam faciunt entia alia necessaria sive per se, alia contingentia sive per accidens; itaque cum ***necessarium, contingens, per se, per accidens***, nomina sint non rerum sed propositionum, dicentes ens aliquod esse ens per se, copulant cum nomine rei nomen propositionis. Eundem errorem errant, qui ideas alias in intellectu, alias in phantasia ponunt; quasi alia esset idea sive imago hominis quæ orta a sensu in memoria retinetur, alia quæ in intellectu est, quando intelligimus ***hominem esse animal;*** id, quod imposuit, est quod ***nomini*** unam, ***propositioni*** aliam respondere rei ***ideam*** putaverint, quod est falsum; nam propositio significat ordinem tantum eorum quæ in eadem idea hominis observantur unum post aliud, ut ad orationem hanc ***homo*** est ***animal***, unicam habemus ideam etsi in ea idea prius id consideretur propter quod vocatur homo, posterius vero id propter quod vocatur animal. Harum omnium, per omnes modos, falsitates ex nominum copulatorum definitionibus detegendæ sunt.

Falsitatem propositionum detegi per terminorum resolutionem per continuas

10. Quando vero nomina corporum cum nominibus corporum, nomina accidentium cum nominibus accidentium, nomina nominum cum nominibus nominum, et nomina phantasmatum cum nominibus

phantasmatum copulantur, non statim cognoscimus propterea an propositiones illæ veræ sunt, sed oportet prius cognoscere utriusque nominis definitionem, et rursus nominum quæ in definitione illa ponuntur definitiones, donec continuata resolutione perveniatur ad nomen simplicissimum; id est in eo genere rerum summum, sive universalissimum, quod si neque tunc veritas aut falsitas apparet, philosophiæ res est, et ratiocinatione a definitionibus incipiente, investiganda; omnis enim propositio universaliter vera, aut definitio est, aut pars definitionis, aut ex definitionibus demonstranda.

definitiones usque ad nomina simplicia sive summa genera.

11. Syllogismi vitium, quod in forma latere potest, reperietur semper, vel in implicatione copulæ cum altero terminorum, vel in aliqua vocum æquivocatione; utroque autem modo quatuor fient termini, quod ostensum est in legitimo syllogismo fieri non posse. Implicatio autem copulæ cum utrovis termino, reductis propositionibus ad puram et nudam prædicationem, statim detegitur, ut si quis sic argutetur,

Vitium syllogismi ex implicatione terminorum cum copula.

Manus tangit calamum,
Calamus tangit chartam, Ergo,
Manus tangit chartam.

Ineptia per reductionem statim manifesta est, nam si sic enuncietur,

Manus est tangens calamum,
Calamus est tangens chartam, Ergo,
Manus est tangens chartam,

manifesti sunt quatuor termini, *manus*, *tangens calamum*, *calamus*, *et tangens chartam.*

PARS I. 5.

Sed non videtur ab hoc genere sophismatum tantum periculi esse, ut ulterius ea prosequi operæ pretium sit.

Vitium syllogismi ex æquivocatione.

12. In æquivocis autem fallacia aliqua esse potest, non tamen in iis quæ per se manifesta sunt; neque in metaphoris, nam vox *metaphora*, translationem nominis ab una re ad aliud ipsa prædicit. Sunt autem æquivoca, nec ea perobscura quæ tamen fallunt aliquando, ut in hac argumentatione, *pertinet ad philosophiam primam, tractatio principiorum*, sed *primum omnium principium est, idem non simul esse, et non esse; pertinet ergo ad philosophiam primam, tractare an idem possit simul esse et non esse.* Æquivocatio in voce *principio* fallaciam habet, nam initio metaphysicorum ubi dicitur tractationem principiorum pertinere ad scientiam primam, per *principia* intelligit *Aristoteles causas* rerum, et entia quædam quæ vocat prima. Sed ubi propositionem illam primam dicit esse principium, intelligit principium et causam cognitionis, id est, verborum intellectum, quo si quis careat ne doceri quidem quidquam potest.

Captiones sophisticas peccare sæpius in materia quam in forma syllogismi.

13. Captiones autem sophistarum, atque scepticorum, quibus deridere aut oppugnare veritatem olim soliti sunt, vitium plerumque habebant, non in forma, sed in materia syllogismi; et decepti sæpius fuerunt quam deceperunt; nam illud *Zenonis* celebre argumentum contra motum, innitebatur huic propositioni, *quicquid dividi potest in partes numero infinitas est infinitum,* quam ille procul dubio censuit esse veram, tamen falsa est; nam dividi posse in partes infinitas nihil aliud est quam dividi posse in partes quotcunque quis velit.

Captiones sophisticæ.

Necesse autem non est, ut linea, etsi possem ipsam dividere et subdividere quoties voluero, propter eam causam dicatur habere partes numero infinitas, sive infinita esse; nam quotcunque partes fecero semper tamen earum numerus finitus erit, sed quia qui dicit *partes*, simpliciter, non adjiciendo quot, non ipse numerum præfinit, sed auditori determinandum relinquit, ideo dici solet lineam posse dividi in infinitum, quod nullo alio sensu verum esse potest. Atque hæc sufficiunt de syllogismo, qui est tanquam gressus Philosophiæ; nam et quantum necesse est ad cognoscendum unde vim suam habeat omnis argumentatio legitima, tantum diximus; et omnia accumulare quæ dici possunt, æque superfluum esset, ac si quis ut dixi puerulo ad gradiendum præcepta dare velit; acquiritur enim ratiocinandi ars, non præceptis, sed usu, et lectione eorum librorum in quibus omnia severis demonstrationibus transiguntur. Transeo jam ad viam philosophiæ, id est, ad philosophandi methodum.

CAPUT VI.

DE METHODO.

1. Methodi, et scientiæ definitiones.—2. Notius de singularibus quam de universalibus, quod sunt; contra notius de universalibus quam de singularibus, cur sunt, sive quænam sint eorum causæ.—3. Philosophantes quid scire quærunt.—4. Pars prima qua principia inveniuntur, est pure analytica.—5. Causæ maxime in unoquoque genere universales sunt per se cognitæ. 6. Methodus a principiis inventis ad scientiam tendens simpliciter quænam sit.—7. Methodus scientiæ civilis, ut et naturalis a sensu ad principia scientiæ. Analytica, a principiis rursum synthetica est.—8. Methodus quærendi an res proposita sit materia an accidens.—9. Methodus quærendi an accidens propositum sit in hoc vel illo subjecto.—10. Methodus quærendi effectus propositi causam.—11. Vocabula inventioni serviunt ut notæ, demonstrationi ut verba significantia.—12. Demonstrandi methodus synthetica est.—13. Definitiones solas esse propositiones primas universales.—14. Definitionis natura et definitio.—15. Definitionis proprietates.—16. Demonstrationis natura.—17. Proprietates demonstrationis et demonstrandorum ordo.—18. Demonstrationis vitia.—19. Analytica geometrarum quare hoc loco tractari non potest.

PARS I. 6.

Methodi et scientiæ definitiones.

1. AD cognitionem methodi, revocanda in memoriam est philosophiæ definitio. Ea vero tradita est supra, *Cap.* 1, *art.* 2, in hunc modum; Philosophia est phænomenωn sive effectuum apparentium, ex concepta productione sive generatione aliqua possibili; et productionis quæ fuit, vel esse potuit, ex concepto effectu apparente, per rectam rationem acquisita cognitio. Est ergo *methodus* philosophandi, *effectuum per causas cognitas, vel causarum per cognitos effectus brevissima inves-*

tigatio. *Scire* autem aliquem effectum tunc dicimur, *cum et causas ejus, quod sunt; et in quo subjecto insunt, et in quod subjectum effectum introducunt, et quomodo id faciunt cognoscimus.* Itaque, scientia τοῦ διότι sive causarum est; alia cognitio omnis quæ τοῦ ὅτι dicitur, sensio est vel a sensione remanens imaginatio sive memoria.

Principia itaque scientiæ omnium prima, sunt phantasmata sensus et imaginationis, quæ quidem cognoscimus naturaliter quod sunt; quare autem sunt, seu a quibus proficiscuntur causis cognoscere ratiocinatione opus est, quæ consistit (ut dictum est, supra Cap. 1, art. secundo,) in compositione et divisione sive resolutione. Itaque omnis methodus per quam causas rerum investigamus, vel compositiva est, vel resolutiva, vel partim compositiva, partim resolutiva. Et resolutiva quidem *analytica;* compositiva autem *synthetica* appellari solet.

Notius de singularibus quam de universalibus quod sunt.

2. Omni methodo commune est hoc, ut procedatur a cognitis ad incognita; id quod manifestum est ex allata philosophiæ definitione. In cognitione autem sensuum, totum phænomenon notius est quam quælibet pars ejus; ut cum videmus hominem, prius notus, seu notior est conceptus, sive idea illa tota hominis, quam particulares ideæ *figurati, animati, rationalis,* hoc est, prius videmus hominem totum, cognoscimusque quod est, quam animum ad particularia illa advertimus.

Contra notius de universalibus quam de singularibus, cur sunt, sive quænam sint eorum causæ.

Itaque in cognitione τοῦ ὅτι sive *quod est*, initium quærendi est a tota idea. Contra in cognitione τοῦ διότι sive in cognitione causarum, id est, in scientiis, notiores sunt partium causæ quam totius. Componitur enim causa totius ex causis partium,

PARS I. 6.

componenda autem prius cognosci necesse est quam compositum. Per partes autem hoc loco intelligo non partes ipsius rei, sed partes naturæ ejus, ut per partes hominis non intelligo caput, humeros, brachia, &c. sed figuram, quantitatem, motum, sensionem, ratiocinationem et similia, quæ sunt accidentia quæ composita simul constituunt totam hominis, non molem, sed naturam. Atque in hoc consistit id quod vulgo dicitur, alia esse *nobis*, alia esse *naturæ* notiora; non enim arbitror eos qui sic distinguunt, notum quicquam esse existimare quod etsi homini nemini, naturæ tamen notum sit; notiora igitur *nobis* de notitia sensuum, notiora *naturæ* de notitia ratione acquisita intelligi debent, et sic tota partibus, id est, eæ res quæ nomina habent minus universalia (quas brevitatis causa singulares) quam quæ nomina habent magis universalia (quas universales dicemus) notiores *nobis;* partium autem causæ, quam causa totius, hoc est, universalia singularibus notiora *naturæ* dici solent.

Philosophantes quid scire petunt.

3. Philosophantes quærunt vel simpliciter sive indefinite scientiam, hoc est, nulla certa quæstione proposita, tantum scire quantum possunt; vel certi alicujus phænomeni causam, vel aliquid saltem certum invenire, ut quænam sit causa *luminis, caloris, gravitatis, figuræ propositæ,* et similia; vel in quo subjecto accidens aliquod propositum inhæreat, vel ad effectum aliquem qui proponitur generandum, ex multis accidentibus, quæ potissimum conducant; vel quo modo ad certum effectum producendum, causæ particulares propositæ conjungi debeant. Propter varietatem hanc rerum

quæsitarum, modo methodus analytica, modo synthetica, modo utraque adhibenda est.

Pars prima, qua principia inveniuntur, est pure analytica.

4. Quoniam autem qui scientiam simpliciter quærunt, quæ consistit in cognitione causarum quantum fieri potest omnium rerum; causæ autem singularium omnium componuntur ex causis universalium sive simplicium, necesse illis est ut prius cognoscant causas universalium sive accidentium eorum quæ sunt omnibus corporibus, hoc est omni materiæ communes, quam singularium, hoc est accidentium quibus una res ab alia distinguitur. Rursus antequam sciri illorum causæ possunt, cognoscere oportet quæ sunt illa ipsa universalia. Universalia autem cum contineantur in natura singularium, ratione eruenda sunt, id est, per resolutionem. Exempli gratia, proposito quolibet conceptu sive idea rei singularis, puta quadrati. Quadratum ergo resolvetur in *planum*, *terminatum lineis*, et *angulis rectis*, *certo numero*, et *æqualibus*. Itaque habemus universalia hæc, sive materiæ omni convenientia, *lineam*, *planum*, (in quo continetur superficies) *terminatum*, *angulum*, *rectitudinem*, *æqualitatem*, quorum causas sive generationes si quis invenerit, in causam quadrati eas componet. Rursus, si proponat sibi conceptum auri, venient inde resolvendo ideæ *solidi*, *visibilis*, *gravis*, (id est conantis ad centrum terræ sive motus deorsum) aliaque multa magis universalia quam est ipsum aurum, quæ rursus resolvi possunt, donec perveniatur ad universalissima. Atque eodem modo alia atque alia resolvendo, cognitum erit quænam ea sunt, quorum causis sigillatim cognitis et compositis, cognoscuntur causæ rerum singularium. Concludemus itaque methodum in-

vestigandi notiones rerum universales, esse pure analyticam.

Causæ maximæ in unoquoque genere universales sunt per se cognitæ.

5. Causæ autem universalium (eorum quorum causæ aliquæ omnino sunt) manifestæ sunt per se sive *naturæ* (ut dicunt) nota; ita ut nulla omnino methodo indigeant; causa enim eorum omnium universalis una, est motus; nam et figurarum omnium varietas ex varietate oritur motuum quibus construuntur, nec motus aliam causam habere intelligi potest præter alium motum, neque varietates rerum sensu perceptarum, ut colorum, sonorum, saporum, &c. aliam habent causam præter motum, partim in objectis agentibus, partim in ipsis sentientibus delitescentem; ita tamen, ut quamquam qualis ille motus sit sine ratiocinatione cognosci non possit, esse tamen motum aliquem manifestum sit. Etsi enim plerisque ut mutationem in motu consistere intelligant monstratione aliqua opus sit, id tamen non accidit propter rei obscuritatem, (nam ut aliquid vel de statu vel de motu suo decedat, nisi per motum intelligi non potest) sed vel propter naturalem discursum, præjudiciis magistrorum corruptum, vel propterea quod ad veritatem inquirendam nullam omnino cogitationem adhibent.

Methodus a principiis inventis ad scientiam tendens simpliciter quænam sit.

6. Cognitis igitur universalibus et eorum causis, (quæ sunt cognitionis τοῦ διότι principia prima) habemus primo eorum definitiones (quæ nihil aliud sunt quam conceptuum nostrorum simplicissimorum explicationes) nam qui *locum* (exempli causa) recte concipit, definitionem hanc, locus est spatium quod a corpore adæquate impletur vel occupatur, ignorare non potest; et qui *motum* concipit, nescire non potest quod motus est loci

PARS I. 6.

Methodus a principiis inventis ad scientiam tendens simpliciter quænam sit.

unius privatio et alterius acquisitio. Deinde habemus eorum generationes, sive descriptiones, ut quod linea verbi gratia fiat ex motu puncti, superficies ex motu lineæ, motus unus ex motu alio, &c. restat inquirendum, qualis motus quales effectus generet; ut qualis motus lineam rectam, qualis circularem, faciat, qualis motus pellat, qualis trahat, et qua via; qualis rem visam, auditam, &c. aliter, atque aliter videri, audiri, &c. faciat. Atque hujus inquisitionis methodus compositiva est, primo enim videndum, corpus motum, si nihil aliud consideretur in eo præter motum quid efficiat; apparet autem statim effici lineam sive longitudinem; deinde quid faciat corpus longum si moveatur, constabitque fieri superficiem, atque ita porro quid fiat ex motu simpliciter; deinde simili modo, ex hujusmodi motibus additis, multiplicatis, subtractis, divisisque, qui effectus, quales figuræ, et quales earum existent proprietates, contemplandum est; atque ex hac contemplatione orta est philosophiæ pars ea quæ appellatur geometria.

Post considerationem eorum quæ fiunt ex motu simpliciter, sequitur consideratio eorum, quæ motus unius corporis efficit in corpus aliud, et quoniam motus esse potest in partibus corporis singulis, ita tamen ut totum suo loco non decedat, inquirendum est primo loco quis motus quem motum efficit in toto; hoc est, incurrente aliquo corpore in aliud corpus quod quiescit, vel quod motu aliquo jam movetur, qua via et qua velocitate movebitur illud post incursum, et rursus quem motum motus ille secundus generabit in tertio, et sic deinceps, ex qua contemplatione existet philosophia pars illa quæ de motu est.

PARS I. 6.

Methodus a principiis inventis ad scientiam tendens simpliciter quænam sit.

Tertio loco ad eorum inquisitionem devenietur quæ fiunt ex motu partium, ut in quo consistit quod eædem res, sensui tamen eædem non videantur sed mutatæ; itaque investigantur hoc loco, qualitates sensibiles, quales sunt, *lux*, *color*, *diaphaneitas*, *opacitas*, *sonus*, *odor*, *sapor*, *calor*, *frigus*, et similia, quæ quia sine cognitione causæ ipsius sensionis cognosci non possunt, consideratio causarum *visionis*, *auditus*, *olfactus*, *gustus*, et *tactus*, tertium locum obtinebit, qualitates autem illæ prædictæ, mutationesque omnes in locum quartum differendæ sunt, quæ duæ considerationes eam partem philosophiæ continent quæ vocatur physica. In his quatuor partibus continetur quicquid in philosophia naturali, demonstratione proprie dicta explicari potest. Nam si phænomenωn naturalium speciatim causa reddenda sit, puta quales sint motus, et virtutes corporum cœlestium, et partium ipsorum, ea ratio ex dictis scientiæ partibus petenda est, aut omnino ratio non erit, sed conjectura incerta.

Post physicam ad moralia veniendum est, in qua considerantur motus animorum, nempe, *appetitus*, *aversio*, *amor*, *benevolentia*, *spes*, *metus*, *ira*, *æmulatio*, *invidia*, *&c.* quas causas habent, et quarum rerum ipsæ causæ sint; quæ ideo post physicam consideranda sunt, quia causas habent in sensu et imaginatione, quæ sunt subjectum contemplationis physicæ. Hæc autem omnia eo ordine quem dixi investiganda esse, ex eo constat quod physica intelligi non possunt nisi cognito motu qui est in partibus corporum minutissimis, neque talem motum partium nisi cognito quid sit quod motum efficit in alio, neque hoc nisi cognito

motus simpliciter quid efficiat. Et ex eo quod omnis rerum ad sensus apparitio determinatur, talisque et tantus fit, per motus compositos, quorum unusquisque certum gradum velocitatis, certamque viam obtinet; primo loco, viæ motuum simpliciter (in quo consistit geometria) deinde viæ motuum generatorum et manifestorum, postremo viæ motuum internorum et invisibilium (quas quærunt physici) investigandi sunt. Itaque qui philosophiam naturalem quærunt nisi a geometria principium quærendi sumant, frustra quærunt; et qui de ea scribunt disseruntve, geometriæ ignari, lectoribus auditoribusque suis abutuntur.

Methodus scientiæ civilis, ut et naturalis a sensu, ad principia scientiæ, analytica; a principiis rursum synthetica est.

7. Philosophia civilis morali ita adhæret ut tamen distrahi ab ea possit; cognoscuntur enim causæ motuum animorum non modo ratiocinatione, sed etiam uniuscujusque suos ipsius motus proprios observantis experientia. Atque ob eam rem, non solum ii qui methodo synthetica a primis philosophiæ principiis ad scientiam cupiditatum, perturbationumque animorum semel pervenerit, progrediendo eadem via incident in causas et necessitatem constituendarum civitatum, scientiamque acquirent juris naturalis, officiorumque civilium, et in omni genere civitatis, quod juris ipsi debetur civitati, et cætera quæ philosophiæ civilis propria sunt, propterea quod principia politicæ constant ex cognitione motuum animorum, cognitio autem motuum animorum, ex scientia sensuum et cogitationum, sed etiam illi qui priorem partem philosophiæ nimirum geometriam et physicam non didicere, ad principia tamen philosophiæ civilis methodo analytica pervenire possunt. Nam proposita quæstione qualibet, *ut, an actio talis justa an*

PARS I. 6.

injusta sit, resolvendo illud *injustum* in *factum* et *contra leges*, et notionem illam *legis*, in *mandatum* ejus qui coercere *potest*, et *potentiam* illam in *voluntatem* hominum pacis causa talem potentiam constituentium, pervenietur tandem ad hoc quod tales sunt hominum appetitus et motus animorum ut nisi sint a potentia aliqua coerciti, bello se invicem persecuturi sint, id quod per uniuscujusque proprium animum examinantis experientiam, cognosci potest. Itaque ab hoc loco progredi potest componendo, ad determinandam cujuslibet actionis propositæ justitiam vel injustitiam. Jam ex iis quæ diximus manifestum est methodum philosophandi iis qui simpliciter scientiam quærunt, nulla certa quæstione proposita, partim analyticam partim syntheticam esse, nimirum a sensibus ad inventionem principiorum, analyticam esse, cætera syntheticam.

Methodus quærendi an res proposita sit materia an accidens.

8. Quærentibus phænomeni vel effectus alicujus certi et propositi causam aliquando accidit, ut utrum ea res cujus causam quærimus, materia sit, sive corpus, an corporis accidens aliquod, ignoretur. Nam etsi in geometria ubi quæritur causa magnitudinis, vel proportionis vel figuræ, certo sciamus, eas res nempe magnitudinem, proportionem et figuram esse accidentia. In physica tamen ubi de phantasmatum sensibilium causis agitur, quæ pro ipsis rebus quorum sunt phantasmata sese offerunt plerisque imponunt, non ita facilis est dijudicatio. Præsertim vero in phantasmatis visionis; exempli causa, qui solem intuetur existit illi idea quædam splendida magnitudinis quasi (per diametrum) unius pedis; atque id ipsum appellat ille solem, etiam si solem revera

multo majorem esse sciat, similiter phantasma videtur aliquando a longinquo quidem rotundum; in proximo vero quadratum. Itaque dubitari merito potest, utrum phantasma illud materia sive corpus aliquod naturale sit, an vero corporis accidens aliquod. Hujus quæstionis examinandæ methodus talis est. Materiæ et accidentis proprietates, quas a definitionibus eorum, methodo synthetica, prius invenimus, comparandæ sunt, cum ipsa idea; et siquidem ideæ conveniant corporis sive materiæ proprietates, ipsa corpus est, si non conveniunt accidens est, siquidem ergo materia neque fieri, neque perire, neque augeri aut minui, neque loco moveri nostra opera possit; idea autem illa oriatur, destruatur, augeatur, minuatur, moveatur nostro arbitrio, certum est materiam non esse, sed accidens. Est ergo methodus ista synthetica.

Methodus quærendi an accidens propositum sit in hoc vel illo subjecto.

9. Quod si de accidentis cogniti subjecto quæstio sit, id quod dubitari aliquando potest, ut in præcedente exemplo, splendor ille et magnitudo apparens solis in quo subjecto sit dubitari potest, inquisitio erit hujusmodi; primo dividetur materia universa in partes, utpote in objectum, medium, et ipsum sentiens, vel aliqua divisione quæ ad rem propositam maxime videbitur accommodata; deinde singulæ partes excutiendæ sunt secundum subjecti definitionem; ea autem, quæ accidentis illius capacia non sunt, rejicienda sunt, verbi gratia, si sol ratiocinatione aliqua vera, inveniatur major quam magnitudo apparens, magnitudo illa in sole non est, si sol est in una certa linea recta, et in una distantia certa, magnitudo autem et splendor visus sit in pluribus distantiis et lineis, ut fit per reflec-

PARS I. 6.

tionem aut refractionem, non erit splendor ille neque apparens illa magnitudo in ipso sole. Itaque corpus solare non erit splendoris et magnitudinis illius subjectum; et propter easdem rationes rejicietur quoque aër, aliaque, donec relinquatur nihil, quod splendoris, aut magnitudinis illius subjectum esse possit præter ipsum sentiens. Quæ methodus quatenus subjectum in partes dividitur, analytica; quatenus subjecti et accidentis proprietates cum ipso accidente cujus subjectum quærimus comparantur, synthetica est.

Methodus quærendi effectus propositi causam.

10. Quando vero effectus alicujus propositi causa investiganda est, ante omnia, cogitanda et comprehendenda animo est ejus rei quæ causa appellatur notio sive idea perfecta; nimirum quod *causa est, summa sive aggregatum accidentium omnium tam in agentibus, quam in patiente, ad propositum effectum concurrentium, quibus omnibus existentibus effectum non existere, vel quolibet eorum uno absente existere, intelligi non potest.*

Cognito autem, quid causa sit, unumquodque accidens effectum concomitans, vel præcedens quatenus, videbitur ad effectum aliquo modo pertinere sigillatim examinandum est, videndumque, utrum illo non existente propositus effectus existere intelligi possit necne; atque hoc modo ea quæ ad effectum producendum concurrunt, ab iis segregabuntur quæ non concurrunt. Quo facto ea quæ concurrunt congreganda sunt, et consideratio habenda, an iis omnibus simul existentibus, possibile tamen sit intelligere quod propositus effectus non existat. Quod si id concipere non possumus, aggregatum illud causa ejus integra est, aliter non est, sed alia adhuc quærenda et accumulanda sunt.

PARS I. 6.

Methodus quærendi effectus propositi causam.

Exempli gratia, si causa luminis quærenda sit, examinamus primo externa, reperimus autem quotiescunque lumen apparet, esse objectum quoddam præcipuum tanquam fons ipsius luminis, sine quo lumen intelligi non potest, itaque ad generationem luminis concurrit primo objectum aliquod. Deinde consideramus medium, invenimusque quod nisi certo modo dispositum sit, nempe ut sit diaphanum, etsi objectum maneat idem, tolli tamen effectum; concurrit itaque ad luminis generationem medii diaphaneitas. Tertio observo corpus videntis, reperioque a prava oculorum, cerebri, nervorum, cordis dispositione, id est ab obstructionibus, a stupore, a debilitate, tolli lumen, confert itaque ad causam luminis organorum ad recipiendas externorum impressiones apta dispositio. Rursus ex omnibus iis rebus quæ inhærentia in objecto efficere lumen possunt, sola actio est, (id est, motus aliquis,) quæ manente effectu deesse intelligi non potest; nam ut lucere aliquid possit, non requiritur ut sit tantæ magnitudinis vel talis figuræ, neque etiam ut toto corpore e loco suo egrediatur (nisi forte dicatur id quod in sole vel alio corpore existens causa est luminis, esse lucem; quod quia per lucem nihil aliud intelligitur præter causam luminis inepta exceptio esset tanquam diceretur causam luminis esse, id quod in sole existens lumen efficit) restat ut actio qua lumen generatur sit motus tantum partium ejus; ex quo facile intelligitur quid medium conferat, nempe motus illius continuationem ad oculum, et postremo quid oculus et reliqua organa sentientis contribuant nempe, ejusdem motus continuationem usque ad cor sive sensionis organum ultimum, atque hocmodo conflata erit causa luminis

PARS I. 6.

ex motu continuo ab origine ejus ad originem motus vitalis, cujus quidem motus vitalis a motu illo adveniente mutatio est ipsum lumen. Sed hæc dicta sint pro exemplo tantum, nam de ipso lumine unde et quomodo generetur, alias magisque suo loco dicendum est. Interea manifestum est quod in causarum investigatione partim methodo analytica partim synthetica opus est. Analytica, ad effectus circumstantias sigillatim concipiendas, synthetica ad ea quæ singulæ per se efficiunt in unum componenda. Tradita jam inveniendi methodo, dicendum restat de methodo docendi, hoc est, de demonstratione, et demonstrandi mediis.

Vocabula inventioni serviunt ut notæ, demonstrationi ut verba significantia.

11. In methodo inveniendi, usus vocabulorum consistit in eo, ut sint *notæ*, quibus quæ adinventa sunt revocari in memoriam possint; nam nisi id fiat, quicquid invenimus perit; neque progredi a principiis uno aut altero syllogismo longius propter imbecillitatem memoriæ possibile est. Exempli gratia, si quis contemplando positum ante oculos ejus aliquod triangulum, inveniret quod anguli ejus omnes simul sumpti, æquales essent duobus angulis rectis, idque rem ipsam tacite cogitando sine omni verborum tam conceptorum quam prolatorum usu, contingeret illi ut in oblato triangulo altero, priori dissimili, vel etiam in eodem, sed secundum alium situm conspecto, utrum ea proprietas inesset ei necne, ignoraret; et proinde ad singula triangula proposita, quæ multitudine infinita sunt, contemplatio denuo instituenda esset. Id quod per vocabulorum usum (quorum unumquodque universale singularium rerum conceptus denotat infinitarum) necesse non est. Inserviunt tamen inventioni, ut jam dixi, tanquam *notæ* ad memoriam, non ut

verba ad significandum: itaque homo solitarius philosophus fieri sine magistro potest. Adamus potuit. Sed docere, hoc est demonstrare, supponit duos, orationemque syllogisticam.

Demonstrandi methodus synthetica est.

12. Quoniam autem docere aliud non est præterquam per propriæ inventionis vestigia animum illius qui docendus est ad inventorum cognitionem perducere, eadem erit methodus demonstrandi quæ fuerat investigandi, nisi quod pars methodi prior nempe quæ procedebat a sensu rerum ad principia universalia omittenda sit. Illa enim, cum sint principia, demonstrari non possunt, et cum sint nota naturæ, (ut dictum est supra articulo quinto) explicatione quidem egent, demonstratione non item. Tota igitur demonstrandi methodus synthetica est, consistens in orationis ordine incipientis a propositionibus primis sive universalissimis per se intellectis, et per propositionum in syllogismos perpetuam compositionem procedentis, donec a discente intellecta sit conclusionis quæsitæ veritas.

Definitiones solas esse propositiones primas universales.

13. Principia autem illa, solæ definitiones sunt, quarum duo sunt genera, alia enim sunt eorum vocabulorum, quæ res significant quarum causa aliqua intelligi potest; alia eorum quæ res significant quarum causa intelligi non potest. Prioris generis sunt corpus sive materia, quantitas sive extensio, motus simpliciter, denique quæ omni materiæ insunt. Secundi generis sunt corpus tale, motus talis et tantus, magnitudo tanta, talis figura, aliaque omnia quibus unum corpus ab alio distingui potest. Prioris generis nomina satis definiuntur si oratione quantum

PARS I. 6.

Definitiones solas esse propositiones primas universales.

fieri potest brevissima, earum rerum quarum illa nomina sunt, claræ et perfectæ ideæ, sive conceptus in animo audientis excitentur. Veluti si motum definiamus esse loci unius derelictionem, et alterius acquisitionem continuam. Nam etsi neque movens ullum neque causa motus in definitione illa reperiatur, tamen ex audita oratione illa, idea motus animo satis clare obversabitur. Nomina autem rerum quæ causam habere posse intelliguntur, in definitione habere debent ipsam causam sive modum generationis, veluti cum circulum definimus esse figuram natam ex circumlatione lineæ rectæ in plano, &c. Præter definitiones, alia propositio nulla dicenda prima est, neque ergo si paulo severius agere volumus in numerum principiorum ascribenda est; nam axiomata quæ habentur apud Euclidem, quia demonstrari possunt, principia demonstrandi non sunt, quamquam quia demonstratione non egent, omnium consensu principiorum authoritatem assequuta sunt. Deinde ea quæ postulata et petitiones appellantur, principia quidem revera sunt, non tamen demonstrationis, sed constructionis, id est, non scientiæ, sed potentiæ; sive quod idem est, non theorematum, quæ sunt speculationes, sed problematum, quæ ad praxim et opus aliquod faciendum pertinent. Illa vero recepta vulgo dogmata, qualia sunt, *Natura abhorret vacuum*, *Natura nihil frustra facit*, et similia, neque per se cognita, neque aliunde demonstrabilia, et sæpius falsa quam vera multo minus pro principiis habenda sunt.

Sed ut revertar ad definitiones, ratio quare illa

quæ causam et generationem habent per causam et generationem definienda esse dico, hæc est; finis demonstrandi est causarum et generationis rerum scientia, quæ si non habetur in definitionibus, haberi non potest in conclusione syllogismi illius qui ex definitionibus existit primus; et siquidem in conclusione prima, non reperiatur, neque in ulla conclusione reperietur ulteriore, itaque nulla unquam existet scientia, id quod est contra demonstratoris scopum et consilium.

Definitionis natura et definitio.

14. Definitiones autem ut quas principia sive propositiones primas esse modo diximus, orationes sunt, et quia adhibitæ sunt ad excitandam in animo discentis alicujus rei ideam, si quod ei rei nomen aliquod impositum sit, non potest definitio aliud esse quam illius nominis per orationem explicatio. Siquidem autem nomen impositum sit propter conceptum compositum, non aliud est definitio quam nominis illius in partes suas universaliores resolutio, ut quando definimus hominem, dicendo *homo est corpus animatum sentiens rationale*. Nomina illa corpus animatum, &c. partes sunt totius hujus nominis *homo;* unde fit ut hujusmodi definitiones semper constent ex genere et differentia, ita ut priora nomina omnia præter ultimum pro genere, ultimum autem pro differentia sit. Quod si nomen aliquod universalissimum in suo genere sit, definitio ejus constare ex genere et differentia non potest; sed fieri debet per circumloquutionem quamlibet; modo ea ad vim nominis explicandam maxime sit idonea. Rursus fieri potest, et sæpe evenit, ut conjuncta sint genus et differentia, ita tamen ut definitionem

PARS I. 6.

non faciant, ut hæ voces linea recta continet genus et differentiam, non tamen est definitio, nisi putemus lineam rectam ita definiri, linea recta est linea recta; attamen si esset una aliqua vox ab ambabus illis diversa quæ idem significaret quod illæ ambæ, tunc hujus unius vocis, essent illæ duæ voces definitio. Ex iis quæ dicta sunt definitio ipsa quomodo definienda sit intelligi potest, nempe *quod sit propositio, cujus prædicatum est subjecti resolutivum, ubi fieri potest, ubi non potest, exemplicativum.*

Definitionis proprietates

15. Proprietates definitionis sunt:

I. Quod tollit æquivocum, adeoque omnem illam distinctionum multitudinem quibus utuntur ii qui philosophiam acquiri posse putant disputationibus. Nam natura definitionis est ut definiat, id est, determinet nominis definiti significationem, eamque abscindat ab omni alia significatione quam quæ in definitione continetur; et propterea distinctionum quotquot esse possunt circa definitum una definitio omnium locum obtinet.

II. Quod exhibet definiti notionem universalem, adeo ut pictura quædam sit universalis, non ad oculum, sed ad animum. Nam ut qui hominem pingit imaginem efficit hominis hujus, sic qui nomen *homo* definit imaginem efficit hominis alicujus.

III. Quod, de definitionibus an sint admittendæ necne, non sit necesse disputare. Quoniam enim inter docentem et discipulum sola res agitur, si discipulus intelligit definiti partes omnes in definitione resolutas, et tamen definitionem admittere nolit, controversia jam tunc finitur, idem enim est

Definitionis proprietates.

ac si doceri nollet. Quod si non intelligit, definitio sine controversia inepta est, propterea quod definitionis natura in eo consistit ut ideam rei clare exhibeat; principia enim per se nota sunt, aut principia non sunt.

IV. Quod definitiones in philosophia priores sunt nominibus definitis, philosophiæ enim docendæ initium est a definitionibus, et progressus ejus ad scientiam compositi compositivus est, cum itaque definitio sit nominis compositi per resolutionem explicatio, et processus sit a resolutis ad composita, prius intelligendæ sunt definitiones quam nomina composita, imo nominibus partium in oratione explicatis, non est necesse ut sit nomen ex iis compositum. Exempli gratia, cognitis nominibus his, *æquilaterum, quadrilaterum, rectangulum,* non erat geometriæ necessarium, ut omnino esset nomen hoc quadratum; nomina enim definita in philosophia brevitatis causa tantum adhibentur.

V. Quod nomina composita quæ in philosophiæ una aliqua parte definiuntur, possint in alia parte aliter definiri; sicut parabolæ et hyperbolæ, alia est in geometria, alia in rhetorica definitio; institutæ enim sunt et inserviunt definitiones certæ alicui doctrinæ; siquidem ergo definitio, in una philosophiæ parte, nomen aliquod quod videbitur ad geometrica brevius tradenda idoneum inducat, potest quoque in aliis philosophiæ partibus idem eodem jure facere; nominum enim usus privatus, atque (etiam inter plures consentientes) arbitrarius est.

VI. Quod nomen nullum per unum vocabulum definitur. Propterea quod unum vocabulum, unius

PARS I. 6.

aut plurium vocabulorum resolutivum esse non potest.

VII. Quod nomen definitum repeti in definitione non debet; nam definitum est totum compositum, definitio vero compositi, in partes resolutio, totum autem sui ipsius pars esse non potest.

Demonstrationis natura.

16. Definitiones duæ quælibet, quæ componi possunt in syllogismum, producunt conclusionem, quæ quia a principiis, id est a definitionibus, derivatur *demonstrata*, et ipsa derivatio sive compositio *demonstratio* dicitur. Similiter si ex duabus propositionibus, quarum una est definitio, altera conclusio demonstrata, syllogismus fiat, vel quarum neutra est definitio, sed utraque prius demonstrata, ille syllogismus quoque demonstratio dicitur, et sic deinceps. Demonstrationis igitur definitio hujusmodi erit. *Demonstratio est syllogismus vel syllogismorum series a nominum definitionibus usque ad conclusionem ultimam derivata.* Ex quo intelligitur omnem ratiocinationem legitimam, quæ initium habet in principiis veris, esse scientificam et veram demonstrationem. Nam quod ad originem nominis attinet, etsi Græci ἀποδείξιν, quam Latini ad verbum vertentes demonstrationem appellaverunt pro ea ratiocinatione sola usurparunt, in qua descriptis certis lineis et figuris rem probandam quasi ante oculos posuere, quod proprie est ἀποδεικνύειν, sive monstrare, tamen ita fecisse ob eam causam videntur, quia præterquam in geometria (in qua fere sola hujusmodi figuris locus est) circa alias res ratiocinationem certam et scientificam nullam, sed omnia controversiis clamoribusque plena esse animadvertissent; idque

non propterea quod sine figuris veritas quam prætendebant apparere non poterat, sed quia nulla posuerant ratiocinationis suæ legitima principia, quapropter nulla est ratio quin præpositis definitionibus in quocunque doctrinæ genere, veræ possint esse demonstrationes.

Proprietates demonstrationis et demonstrandorum ordo.

17. Proprium ergo demonstrationis methodicæ est.

I. Ut omnis rationis series sit legitima, hoc est secundum syllogismorum leges supra traditas.

II. Ut singulorum syllogismorum præmissæ prius demonstratæ sint usque a definitionibus primis.

III. Ut procedatur post definitiones eadem methodo qua qui docet, ipsa quæque invenerat; nempe ut primo demonstrentur ea quæ sunt definitionibus maxime universalibus proxima (in quo continetur pars philosophiæ illa quæ philosophia prima dicitur) deinde ea quæ demonstrari possunt per motum simpliciter (in quo consistit geometria) post geometriam, ea quæ doceri possunt per actionem manifestam, id est, per impulsionem et tractionem. Inde ad motum partium invisibilium, sive mutationem, et ad doctrinam sensuum imaginationisque descendendum est, et ad animalium passiones internas, præsertim vero hominis, in quibus continentur fundamenta prima officiorum sive doctrinæ civilis quæ locum tenet ultimum. Quod autem doctrinæ universæ ordo is quem dixi esse debeat, ex eo cognosci potest; quod quæ posteriore loco docenda esse dicimus, nisi iis cognitis quæ priore loco tractanda proponuntur, demonstrari non possunt; cujus methodi exemplum aliud afferri nequit præter ipsam elementorum

PARS I. 6.

philosophiæ, quam proximo capite aggredimur, et per totum librum persequimur tractationem.

Demonstrationis vitia.

18. Præter paralogismos qui contingunt propter falsitatem præmissarum, vel vitium compositionis, de quibus dictum est capite præcedente, duo præterea sunt et ii proprii demonstrationum *petitio principii*, et *causa falsa* quæ non modo discipulum rudem, sed etiam magistrum aliquando fallunt, faciuntque ut quod demonstratum esse putant, demonstratum non sit. *Principium* autem *petere* dicuntur qui conclusionem probandam, aliis verbis enuntiatam pro definitione ponunt, id est, pro principio demonstrandi; itaque ponentes pro causa rei quæsitæ, ipsam rem, sive effectum, faciunt in demonstrando circulum; ut qui demonstrare vellet (exempli causa) quod terra stet immobilis in centro universi, et causam ejus rei supponat gravitatem, eamque definiat qualitatem esse qua corpus grave tendit ad centrum universi, frustra laborabit; quæritur enim quænam sit causa quod qualitas illa terræ insit; et propterea qui gravitatem causatur ipsam rem pro sui ipsius causa ponit.

Causæ falsæ exemplum in tractatu quodam hujusmodi invenio. Demonstrandum erat terram moveri. Incipit ergo ab hoc, quod cum terra et sol situm inter se eundem non servent, necesse sit alterutrum moveri localiter; quod est verum; deinde quod vapores quos sol e terra marique elevat, propter motum hunc necessario moventur, quod verum est quoque; inde infert nasci ventos, etiam hoc concedi debet; ab his ventis moveri inquit aquas marinas, illarum autem motu fundum

maris quasi flagellatum se convertere. Demus etiam hoc, concludet ergo necessario terram moveri. Paralogismus tamen est; nam si ventus ille causa fuit quare terra ab initio circumageretur, et motus vel solis, vel terræ fuerit causa illius venti, erat motus vel solis vel terræ ante ipsum ventum; si ante ventum natum terra mota esset, tum ventus ille revolutionis terræ causa esse non potuit; sin stante terra, motus erat sol, manifestum est vento illo existente terram potuisse non moveri; non est ergo motus illius causa illa quam proposuit. Sed hujus generis in scriptoribus physicis paralogismi passim occurrunt permulti, quamquam hoc ipso quem adduxi in exemplum elaboratior esse nullus potest.

Analytica geometrarum quare hoc loco tractari non potest.

19. Videri alicui potest ad hunc locum de methodo pertinere artem illam geometrarum quam vocant logisticam, id est, per quam a suppositione quæsiti tanquam veri, ratiocinando incidunt vel in cognita ex quibus quæsiti veritatem demonstrare possunt, vel in impossibilia ex quibus intelligi potest id quod supponitur esse falsum. Verum ea ars hoc loco explicari non potest. Cujus rei causa est, quod methodus illa nisi ab iis qui in geometria versati sunt, neque exerceri, neque intelligi potest; ipsis autem geometris quanto quisque plura præsentioraque habet theoremata, tanto magis logistica uti potest, adeo ut ab ipsa geometria realiter distincta non sit; habet enim ea methodus tres partes, quarum prima est inter incognita et cognita inventio æqualitatis, quam vocant æquationem; æquatio autem illa inveniri non potest nisi ab iis qui proportionis naturam proprietates et transpo-

PARS I. 6.

sitiones, linearum et superficierum additionem, substractionem, multiplicationem, divisionem, radicumque extractionem in promptu habent, id quod jam geometræ non mediocris est. Secunda est, ut ex æquatione inventa judicare possint, an ex ea, quæstionis veritas vel falsitas erui possit necne; id quod majoris adhuc scientiæ est. Tertia, ut æquatione inventa quæ ad quæstionis solutionem sit idonea, eam ita resolvere ut veritas vel falsitas ejus fiat manifesta, id quod in quæstionibus difficilioribus sine cognitione naturæ figurarum curvilinearum fieri non potest. Curvilinearum autem naturam et proprietates in promptu habere, geometria summa est. Accidit præterea quod in æquationibus inveniendis nulla est methodus, sed tantum quisque valet quantum solertia præstat naturali.

PARS II.

PHILOSOPHIA PRIMA.

CAPUT VII.

DE LOCO ET TEMPORE.

1. Res non existentes nominibus suis intelligibiles et computabiles esse.—2. Quid sit Spatium.—3. Tempus.—4. Pars.—5. Dividere.—6. Unum.—7. Numerus.—8. Componere.—9. Totum.—10. Spatia et tempora contigua, et continua.—11. Principium, finis, via, finitum, infinitum.—12. Potentia infinitum, quid; nullum infinitum, aut totum, aut unum dici posse; nec spatia aut tempora infinita plura.—13. Non dari minimum divisibile.

PARS II. 7.

Res non existentes nominibus suis intelligibiles et computabiles esse.

1. DOCTRINÆ naturalis exordium, optime (ut supra ostensum est) a privatione, id est, a ficta universi sublatione, capiemus. Supposita autem tali rerum annihilatione, quæret fortasse aliquis, quid reliquum esset, de quo homo aliquis (quem ab hoc universo rerum interitu unicum excipimus) philosophari, vel omnino ratiocinari, vel cui rei nomen aliquod ratiocinandi causa imponere posset.

Dico igitur, remansuras illi homini, mundi et corporum omnium, quæ, ante sublationem eorum, oculis aspexerat, vel aliis sensibus perceperat, ideas, id est memoriam imaginationemque magni-

tudinum, motuum, sonorum, colorum, &c. atque etiam eorum ordinis et partium; quæ omnia etsi ideæ tantum et phantasmata sint, ipsi imaginanti interne accidentia, nihilominus tanquam externa, et a virtute animi minime dependentia, apparitura esse. His itaque nomina imponeret, hæc subtraheret et componeret. Cum enim cæteris rebus destructis manere tamen hominem illum, nimirum cogitare, imaginari, et meminisse supposuerimus, aliud quod cogitet præterquam quæ præterita sunt, nihil est; imo vero si ad ea, quæ ratiocinando facimus animum, diligenter adverterimus, ne stantibus quidem rebus aliud computamus, quam phantasmata nostra; non enim si cœli aut terræ magnitudines motusque computamus, in cœlum ascendimus, ut ipsum in partes dividamus, aut motus ejus mensuremus, sed quieti in musæo, vel in tenebris, id facimus. Possunt autem considerari, id est in rationes venire duplici nomine, nimirum ut accidentia animi interna, quemadmodum considerantur quando agitur de facultatibus animi, vel ut species rerum externarum, id est, tanquam non existentes, sed existere sive extra stare apparentes, quo modo nunc consideranda sunt.

Quid sit Spatium.

2. Jam si meminerimus, seu phantasma habuerimus alicujus rei, quæ extiterat ante suppositam rerum externarum sublationem, nec considerare velimus, qualis ea res erat, sed simpliciter quod erat extra animum, habemus id, quod appellamus *spatium*, imaginarium quidem, quia merum phantasma, sed tamen illud ipsum, quod ab omnibus sic appellatur. Nemo enim spatium ideo esse dicit, quod occupatum jam sit, sed quod occupari possit; aut corpora loca sua secum absportare putant, sed in eodem spatio modo unum, modo aliud, conti-

PARS II. 7.

Quid sit Spatium.

neri; id quod fieri non posset, si spatium corpus quod in eo semel est semper comitaretur. Est autem adeo hoc manifestum, ut ne explicatu quidem dignum existimarem, nisi viderem philosophos, ex falsa spatii definitione, alium quidem inferre statim, mundum esse infinitum; dum enim *spatium*, ipsorum corporum extensionem concipit semper esse, posse ulteriorem, corpora ipsa infinite extendi vult: alium autem rursus ex eadem definitione, plures uno mundo creare etiam Deo impossibile esse, temere concludere; nam si creandus inquit esset alius mundus, cum extra hunc mundum nihil sit, neque ergo (ex ejus definitione) ullum spatium, ponendus esset mundus in .nihilo; in nihilo autem nihil, inquit, poni potest; quare autem aliquid poni in nihilo non possit, non docet. Imo vero, ubi aliquid jam est, nihil amplius poni potest, tanto vacuum pleno ad nova corpora recipienda accommodatius est. Horum igitur, et eorum qui his assentiunt, gratia dicta hæc sint. Reversus itaque ad institutum, spatii definitionem hanc esse dico, *spatium est phantasma rei existentis, quatenus existentis*, id est, nullo alio ejus rei accidente considerato præterquam quod apparet extra imaginantem.

Tempus.

3. Sicut corpus suæ magnitudinis ita quoque corpus motum motus sui phantasma in animo relinquit, nimirum ideam corporis, nunc per hoc, nunc per aliud spatium continua successione transeuntis. Est autem talis idea sive phantasma, id quod neque a communi hominum sermone, neque multum a definitione discedens Aristotelis, appello *tempus*. Nam quum confiteantur annum, esse *tempus*, et tamen annum alicujus corporis accidens aut affectum, aut modum esse non putent, necesse

PARS II. 7. Tempus.

est ut confiteantur esse eum, non in ipsis rebus, sed in animi cogitatione, reperiendum; quumque de majorum suorum temporibus loquuntur, an existimant, extinctis majoribus suis, tempora eorum alibi esse posse, quam in memoria recordantium? Qui vero dies, annos, menses, dicunt esse ipsos solis lunæque motus, cum quod ad motum attinet, *præteriisse* idem sit quod perire, et *fore* idem quod nondum esse, dicunt id, quod non volunt, nullum tempus omnino esse, nec fuisse, nec fore: de quo enim dici potest *fuit*, vel *erit*, dici quoque aut olim potuit aut mox poterit, *est*. Ubi igitur est dies, mensis, vel annus, nisi sint hæc nomina computationum in animo factarum? Est igitur *tempus* phantasma; sed phantasma motus; cum enim, quibus momentis tempus labatur, cognoscere volumus, adhibemus motum aliquem, ut solis, vel automati, aut clepsydræ, vel lineam signamus, super quam aliquid ferri imaginabimur; alio autem modo tempus nullum apparet. Nec tamen si dicamus, *tempus* esse phantasma motus, sufficiet hoc ad definitionem; nam hac voce *tempus*, notamus prius et posterius, sive successionem corporis moti, quatenus existentis primo *hic*, deinde *illic*. Tota ergo definitio temporis talis est, *tempus est phantasma motus, quatenus in motu imaginamur prius et posterius, sive successionem;* quæ convenit cum definitione Aristotelica, *tempus est numerus motus secundum prius et posterius.* Est enim ea numeratio actus animi, ideoque idem est dicere, *tempus est numerus motus secundum prius et posterius*, et *tempus est phantasma motus numerati*, illud autem *tempus est mensura motus* non ita recte dicitur, nam tempus per motum, non autem motum per tempus, mensuramus.

4. Spatium spatii et tempus temporis *pars* vocatur, quando illud in hoc, et præterea aliud continetur. Ex quo colligitur *partem* non recte quicquam appellari, nisi comparatum cum alio, in quo ipsum continetur. PARS II. 7. Pars.

5. *Partes* ergo *facere*, seu *partiri*, seu *dividere* spatium aut tempus, nihil aliud est, quam in ipso aliud atque aliud considerare. Itaque si quis *dividat* spatium, aut tempus, tot habet diversos conceptus, quot partes facit, et adhuc unum amplius; nam primus conceptus erit ipsius dividendi, deinde partis ejus, et deinde partis alterius, et sic perpetuo quoad dividere ulterius perget. Dividere.

Notandum autem est, per divisionem hoc loco non intelligi unius spatii, vel temporis, ab altero distractionem, sive divulsionem (quis enim spatiorum vel temporum partes, puta hemisphærium ab hemisphærio, vel horam primam a secunda dirimi posse putat) sed diversam considerationem, ut sit divisio non manuum, sed mentis opus.

6. Spatium, vel tempus, quando consideratur inter spatia sive tempora alia, *unum* dicitur; videlicet, *unum ex illis;* nisi enim spatium spatio, tempus tempori, aliud alii, adjici vel adimi possit, sufficeret dicere spatium, vel tempus simpliciter, essetque superfluum dicere spatium *unum*, aut tempus *unum*, si aliud esse intelligi non posset. Quod vulgo definiunt *unum esse quod est indivisum*, obnoxium est absurdæ cuidam consequentiæ, inferetur enim id, quod divisum est, esse plura, id est, omne *divisum* esse *divisa*, quod ineptum est. Unum.

7. *Numerus* est unum et unum, vel unum unum et unum, et sic deinceps; nimirum unum et unum, numerus binarius, unum unum et unum ternarius, Numerus.

PARS II. 7. et similiter de cæteris numeris; quod idem est ac si diceremus numerus est unitates.

Componere. 8. *Componere* spatium ex spatiis, vel tempus ex temporibus, est primo unum post aliud, deinde omnia simul, ut unum, considerare; ut si quis numeret primo seorsim caput, pedes, brachia, bustum, deinde pro omnibus simul in rationes ponat hominem. Quod autem pro omnibus ex quibus constat, sic ponitur, vocatur *totum*, et illa singula, quando ex totius divisione rursus seorsim considerantur, partes ejus sunt. Itaque *totum et omnes partes*, simul sumptæ, idem omnino sunt; ut autem in divisione monuimus non opus esse, ut partes divellantur, ita in compositione intelligendum est, non necesse esse ad faciendum totum, ut partes sibi invicem admoveantur, et se mutuo contingant, sed ut mente tantum in unam summam colligantur. Sunt enim omnes homines, simul considerati, totum genus humanum etsi et temporibus et locis dispersi sint; et duodecim horæ componuntur in unum numerum duodenarium, etsi sint diversorum dierum horæ.

Totum. 9. His intellectis manifestum est, totum nihil recte appellari, quod non intelligatur ex partibus componi, et in partes dividi posse; ideoque si quid negaverimus dividi posse, et habere partes, negamus idem esse totum; exempli gratia, si animam negamus habere posse partes, negamus quoque animam ullam esse totam. Manifestum etiam est nihil habere partem antequam dividatur, et cum divisa sit, tot solummodo ejus partes esse, quoties sit divisum; item partem partis, esse partem totius; nam et pars quaternarii puta binarius, pars est octonarii. Nam quaternarius ex binario, et binario,

octonarius autem ex binario binario, et quaternario componitur; et proinde binarius, qui pars erat partis, scilicet quaternarii, pars rursus est totius octonarii.

Spatia et tempora contigua, et continua.

10. Duo spatia, inter se *contigua* dicuntur, inter quæ aliud spatium nullum est. A B C. Duo autem tempora, inter quæ nullum intercedit tempus, inter se *immediata* appellantur ut AB. BC. *Continua* autem inter se tum spatia, tum tempora duo dicuntur, quorum est aliqua pars communis. A B C D ut AC, BD, quorum est pars communis BC. Plura autem pluribus continua sunt, quorum duo quælibet proxima sunt continua.

Principium, finis, via, finitum, infinitum.

11. Partium ea, quæ inter duas partes alias intercipitur, *Media*, quæ vero non est posita inter duas alias partes, *extrema* appellatur. Extremarum autem, quæ prior numeratur, *principium*, quæ posterior, *finis*; mediæ vero, omnes simul sumptæ, *via* est. *Extremæ* autem *partes*, et *termini* idem sunt. Constat ex his *principium* et *finem* a nostræ numerationis ordine dependere; et spatium vel tempus *finire*, sive *terminare* idem esse, quod imaginari *principium* ejus et *finem*; atque unumquodque finitum vel infinitum prout nos illius terminos undiquaque imaginati sumus. Numeri autem termini, unitates sunt, illa scilicet, unde numerare incipimus, *principium*, illa vero, in qua desinimus, *finis*. Numerus autem infinitus dicitur, qui quis sit non sit dictus; nam si dictus sit binarius, ternarius, millenarius, &c. semper finitus est; sed cum nihil sit dictum præterquam *numerus est infinitus*, intelligendum est idem dictum esse ac si diceretur nomen hoc *numerus* esse nomen indefinitum.

PARS II. 7.

Potentia, infinitum quid; nullum infinitum, aut totum, aut unum dici posse; nec spatia aut tempora infinita plura.

12. *Potentia* autem *finitum*, id est, *terminabile* dicitur spatium, vel tempus, quando numerus spatiorum vel temporum finitorum, puta passuum vel horarum, assignari potest, quo major numerus eorundem in eo spatio vel tempore esse non potest. *Potentia* autem *infinitum* est, in quo major numerus dictorum passuum vel horarum dari potest, quam quilibet numerus qui sit datus. Notandum autem est, etsi in eo spatio vel tempore, quod potentia infinitum est, numerari possunt plures passus vel horæ quocunque numero qui assignari potest, numerum tamen illum semper finitum fore, omnis enim numerus finitus est. Non ergo recte ratiocinatus est is, qui, mundum finitum esse probare volens, hoc modo ratiocinatus est; *si mundus sit infinitus, tum potest in eo sumi aliqua pars, quæ a nobis distat infinito numero passuum, sed hujusmodi pars nulla sumi potest, ergo mundus non est infinitus;* nam consequentia illa majoris propositionis falsa est; quicquid enim in spatio licet infinito sumimus, sive animo designamus, id finito spatio a nobis distabit, nam eo ipso quod designamus locum ejus, facimus ibi spatii finem cujus principium ipsi sumus, et quicquid ab infinito utrinque animo abscindimus finimus, id est finitum facimus.

De spatio et tempore interminabili, dici non potest quod sit *totum* aut *unum;* non *totum,* quia ex nullis partibus componi potest; partes enim quotcunque, cum singulæ sint finitæ, etiam simul sumptæ facient totum finitum. Non *unum,* quia *unum* non dicitur nisi ut comparatum ad aliud; duo autem infinita spatia, vel duo tempora infinita esse, intelligi non potest. Denique cum quæritur

an mundus sit finitus an infinitus, nihil in animo est sub voce *mundus*, quicquid enim imaginamur, eo ipso finitum est, sive ad stellas fixas sive ad sphæram nonam, decimam, vel denique millesimam computemus. Quæritur hoc solum, an quantum nos spatium spatio addere possumus, tantum Deus corpus corpori actu adjunxerit.

Non dari minimum divisibile.

13. Itaque quod dici solet spatium et tempus dividi posse in infinitum, non ita accipiendum est, ac si fieret aliqua infinita sive æterna divisio, sensus ejus dicti, melius explicatur hoc modo, *quicquid dividitur, dividitur in partes rursus divisibiles;* vel sic, *non datur minimum divisibile*, vel, ut geometræ plerique enuntiant, *quavis quantitate data sumi posse minorem*, id quod facile demonstrari potest sic. Nam divisum sit datum spatium vel tempus quodlibet (quod putabatur esse minimum divisibile) in duas partes æquales A et B, dico utramvis partem puta A posse rursus dividi; supponatur enim partem A contiguam esse hinc quidem parti B, illinc vero alteri spatio quod sit ipsi B æquale, totum ergo hoc spatium (quod dato majus est) divisibile quoque est. Eo ergo diviso in duo æqualia, etiam A quod in medio est in duo æqualia dividetur, erat ergo A divisibile.

CAPUT VIII.

DE CORPORE ET ACCIDENTE.

1. Definitio corporis.—2. Definitio accidentis.—3. Quomodo intelligatur accidens inesse in subjecto suo.—4. Magnitudo, quid.—5. Quid sit locus, et locum esse immobilem.—6. Quid plenum et vacuum.—7. Hic, illic, alicubi, quid significant. 8. Neque plura corpora in uno loco, neque unum corpus in pluribus locis esse posse.—9. Quid sint contiguum et continuum.—10. Motus definitio, et motum nisi in tempore non intelligi.—11. Quid sit quiescere, et motum fuisse, et motum fore; in omni motu concipi necessario præteritum et futurum.—12. Quid sint punctum, linea, superficies et solidum. 13. Quid sit in corporibus et magnitudinibus, æquale, majus et minus.—14. Unius et ejusdem corporis eandem semper esse magnitudinem.—15. Velocitas quid.—16. Quid sit in temporibus æquale, majus et minus.—17. Quid sint in velocitate æquale, majus et minus.—18. Quid sit in motu æquale, majus et minus.—19. Quod quiescit, nisi moveatur ab externo, semper quiescet, et quod movetur, nisi ab externo impediatur, semper movebitur.—20. Generari et perire accidentia, corpus non item.—21. Accidens non migrare e subjecto.—22. Neque moveri.—23. Essentia, forma, et materia, quid.—24. Materia prima, quid.—25. Totum est majus sua parte; cur demonstratum.

PARS II. 8.

Definitio corporis.

1. INTELLECTO jam quid sit spatium imaginarium, in quo nihil esse externum supposuimus, sed meram eorum, quæ olim existentia imagines suas in animo reliquerant, privationem; supponamus deinceps aliquid eorum rursus reponi, sive creari denuo; necesse ergo est ut creatum illud sive repositum, non modo occupet aliquam dicti spatii partem, sive cum ea coincidat et coextendatur, sed etiam esse aliquid, quod ab imaginatione nostra non dependet. Hoc autem ipsum est quod

appellari solet, propter extensionem quidem, *corpus*; propter independentiam autem a nostra cogitatione *subsistens per se*; et propterea quod extra nos subsistit, *existens*; denique quia sub spatio imaginario substerni et supponi videtur, ut non sensibus sed ratione tantum aliquid ibi esse intelligatur, *suppositum* et *subjectum*. Itaque definitio corporis hujusmodi est, *corpus est quicquid non dependens a nostra cogitatione cum spatii parte aliqua coincidit vel coextenditur*.

Definitio accidentis.

2. Quid autem sit accidens non tam facile definitione quam exemplis explicari potest. Cogitemus igitur corpus spatium aliquod occupare, sive cum eo coextendi, coextensio illa non est ipsum corpus coextensum; similiter cogitemus corpus idem transferri, illa translatio non est ipsum corpus translatum; vel cogitemus corpus illud non transferri, illa non translatio, seu quies, non est corpus ipsum quiescens. Quid ergo sunt? sunt corporis accidentia, sed hoc ipsum quærimus *quid sit accidens?* in quo quidem quod intelligimus quærimus, quod quærendum erat non quærimus. Quis enim est, qui, dicentem aliquid extendi vel moveri, vel non moveri, non semper et eodem modo intelligit? Volunt tamen plerique dici sibi *accidens esse aliquid*, scilicet partem aliquam rerum naturalium, cum revera pars earum non sit. His ut satisfiat, optime, quantum fieri potest, respondent illi qui accidens definiunt esse *modum corporis, juxta quem concipitur*; quod est idem ac si dicerent, *accidens esse facultatem corporis qua sui conceptum nobis imprimit*; qua definitione etsi non respondeatur ad id quod quæritur, respondetur tamen ad id quod

PARS II. 8.

quærendum erat; nimirum *unde accidit quod corporis una pars hinc, altera illinc appareat? sic* enim recte respondebitur *propter extensionem;* vel *unde accidit quod totum corpus continuo, modo hinc, modo illinc conspicitur?* et respondebitur, *propter motum;* vel denique *unde accidit ut idem spatium tempore aliquo occupari videatur?* ut respondeatur, *propterea quod non est motum.* Nam si de nomine corporis, id est, de nomine concreto interrogatur, *quid est?* per definitionem respondendum est, quæritur enim vocis significatio tantum; verum si de nomine abstracto quæratur *quid est?* quæritur causa quare aliquid hoc vel illo modo apparet. Ut si quæratur quid sit durum, respondebitur *durum est cujus pars non cedit nisi cedente toto;* at si quæratur, *durities quid sit?* Ostendenda est causa, quare nisi cedente toto, pars non cedit. Definiemus igitur *accidens esse concipiendi corporis modum.*

Quomodo intelligatur accidens inesse in subjecto suo.

3. Quod autem *accidens* in *corpore inesse* dicatur, id non ita accipiendum est, ac si aliquid in corpore contentum esset, tanquam exempli gratia ita rubor inesset sanguini, sicut sanguis in cruentata veste, id est, ut pars in toto; nam sic accidens esset quoque corpus; sed sicut magnitudo, vel quies, vel motus est in eo quod magnum est, quod quiescit, vel quod movetur (quod quo modo intelligendum est unusquisque intelligit) ita etiam omne aliud accidens inesse subjecto suo intelligi debet. Id quod etiam ab Aristotele explicatum est, non aliter, quam negative, *videlicet accidens inesse subjecto non tanquam pars,* sic tamen, *ut sine subjecti interitu abesse possit.* Et recte quidem, nisi quod quædam accidentia

abesse a corpore sine interitu ejus non possunt, nam corpus sine extensione aut sine figura omnino concipi non potest. Cætera autem accidentia, quæ non omnium corporum communia, sed aliquorum propria sunt, ut quiescere, moveri, color, durities, et similia, succedentibus aliis continuo intereunt, ut tamen corpus intereat nunquam. Quod autem alicui videri possit, non omnia accidentia suis corporibus ita inesse, sicut inest *extensio*, motus, quies, aut figura; exempli causa colorem, calorem, odorem, virtutem, vitium, et similia, aliter inesse et (ut dicunt) inhærere; velim eum in præsentia judicium suum de ea re suspendere, et parumper expectare, donec ratiocinatione investigatum sit, an hæc ipsa accidentia non sint etiam motus quidam, aut animi imaginantis, aut corporum ipsorum quæ sentiuntur; nam illud explorare, magna pars est Philosophiæ naturalis.

Magnitudo, quid.

4. Extensio corporis idem est quod magnitudo ejus, sive id quod aliqui vocant *spatium reale;* magnitudo autem illa non dependet a cogitatione nostra, sicut spatium imaginarium, hoc enim illius effectus est, magnitudo causa; hoc animi, illa corporis extra animum existentis accidens est.

Quid sit locus, et locum esse immobilem.

5. Spatium autem (qua voce semper intelligo imaginarium) quod cum corporis cujuscunque magnitudine coincidit, illius corporis vocatur *locus;* tunc autem corpus ipsum *locatum* dicitur. *Locus* autem a magnitudine locati differt, primum in eo quod corpus idem eandem *magnitudinem* semper retineat, et dum quiescit, et dum movetur, sed dum movetur eundem *locum* non retinet; secundo in eo quod locus corporis cujuscunque,

PARS II. 8.

Quid sit locus, et locum esse immobilem.

tanti et sic figurati phantasma est, magnitudo autem cujusque corporis est accidens ejus peculiare; nam unius locati plures esse diversis temporibus loci possunt, plures magnitudines esse non possunt. Tertio in eo quod locus nihil est extra animum, magnitudo nihil intra; denique locus est extensio ficta, magnitudo extensio vera, et corpus locatum, non est extensio, sed extensum. Præterea *locus* immobilis est, cum enim quod movetur, a loco ad locum ferri intelligitur, si locus movetur locus etiam a loco ad locum transferretur, unde necesse esset ut loci locus esset, et rursus ejus loci in quo locus est, alius locus, et sic infinitum, quod est perridiculum. Dum autem loci immobilitatem sustinent illi, qui naturam ejus in spatio reali collocant, faciunt et ipsi locum esse phantasma, etsi se id facere non animadvertant. Dicit enim alius locum ideo immobilem dici, quia consideratur ibi spatium in genere. Sed si meminisset, nihil esse genericum neque universale præter nomina; facile vidisset spatium illud, quod considerari in genere dicit, nihil aliud esse præter cujuslibet corporis, tantæ magnitudinis et talis figuræ, insidens animo phantasma, sive memoriam. Alius vero spatium reale immobile fieri dicit, per intellectum; ut si superficiei aquæ currentis cogitemus succedentem aquam semper supponi, illa superficies quæ ita per intellectum sistitur, erit fluminis *locus immobilis;* quid autem est hoc aliud quam locum facere, ut est, phantasticum, obscure licet et verbis perplexis?

Postremo, loci natura non in superficie ambientis, sed in solido spatio consistit; locatum enim totum

cum loco toto, et pars cum parte coextenditur; corpus autem locatum cum solidum sit, cum superficie coextendi non est intelligibile; præterea quomodo moveri potest totum aliquod corpus, nisi et singulæ partes simul moveantur? aut quomodo partes interiores moveri nisi locum relinquant? relinquere autem pars corporis interior superficiem exterioris sibi contiguæ non potest; unde sequitur, si locus sit superficies ambientis, partes ejus quod movetur, id est, id quod movetur, non moveri.

6. Spatium (sive locus) quod a corpore occupatur *plenum*, quod non occupatur *vacuum* appellatur. Quid plenum et vacuum.

7. *Hic, illic, in agro, in urbe,* et similia nomina, quibus respondetur ad quæstionem *ubi est,* non ipsius loci nomina sunt, nec per se revocant in animum locum ipsum qui quæritur, nam *hic* et *illic* nisi res digito aliave re simul indicetur, nihil significant; quando vero digito vel alio indice oculus quærentis versus rem quæsitam dirigitur, non definitur locus a respondente, sed a quærente invenitur. Monstrationum autem quæ per solas voces fiunt, ut quando dicitur, *in agro* vel *in urbe* aliæ aliis latiores sunt, ut *in agro, in urbe, in regione urbis, in domo, in cubiculo, in lecto;* quæ quidem propius semper ad locum proprium quærentem paulatim dirigunt, locum tamen non determinant, sed tantum ad spatium arctius restringunt, significantque locum rei esse intra spatium quoddam illis verbis designatum, ut partem in toto. Atque hujusmodi nomina (quibus respondetur ad quæstionem *ubi*) habent omnia pro summo genere vocem hanc *alicubi.* Ex quo intelligitur quicquid Hic, illic, alicubi, quid significant.

PARS II. 8.

est alicubi, esse in aliquo loco proprie dicto, qui scilicet locus pars est spatii illius majoris quod aliqua vocum illarum *in agro, in urbe*, vel similium significatur.

Neque plura corpora in uno loco, neque unum corpus in pluribus locis esse posse.

8. Corpus, et magnitudo, et locus ejus, uno et eodem actu animi dividitur; nam dividere corpus extensum, et extensionem ejus, et ideam extensionis, nempe locum, idem est quod dividere quodlibet eorum, cum sint coincidentia, nec nisi animo, id est per divisionem spatii fieri possit. Ex quo manifestum est neque duo simul corpora in eodem loco, neque unum corpus in duobus simul locis esse posse; non duo corpora in eodem loco, quoniam cum corpus quod totum spatium occupat dividitur in duo, etiam spatium ipsum in duo dividitur, sunt ergo duo loca. Non unum corpus in duobus locis, propterea quod spatio quod a corpore occupatur, id est, loco ejus in duo diviso etiam ipsum locatum in duo dividitur (nam, ut diximus, locus et corpus quod in eo est una dividuntur) duo ergo sunt corpora.

Quid sint contiguum et continuum.

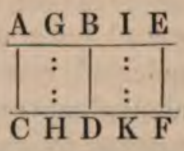
9. Corpora etiam duo, *contigua* inter se, et *continua* dicuntur eadem ratione qua duo spatia; nimirum *contigua sunt, inter quæ nullum est spatium.* Per spatium autem intelligimus, ut supra, corporis ideam sive phantasma. Itaque etsi inter duo corpora nullum aliud corpus interpositum sit, et per consequens, nulla magnitudo, sive, ut vocant, spatium reale, si tamen inter ea corpus esse possit, id est, si intercedat spatium corporis recipiendi capax, non sunt ea corpora contigua; quod ita facile agnosci potest; ut mirarer homines quandoque subtiliter philosophantes, aliter censere, nisi exploratum haberem

plerosque, qui subtilitatem quandam metaphysicam affectant, verborum specie tanquam igne fatuo deviare. Quis enim sensu naturali utens, ideo duo corpora necessario se mutuo tangere putat, quod inter ipsa aliud corpus nullum sit; aut ideo vacuum non dari, quia vacuum est nihil, vel non ens? tanquam quis pueriliter argueret, neminem jejunare posse, quia jejunare est nihil comedere, nihil autem comedi non potest.

Continua autem inter se duo corpora sunt quorum est pars communis, et plura quorum quælibet duo proxima sunt continua; eodem prorsus modo quo spatia continua supra definivimus.

Motus definitio, et motum nisi in tempore non intelligi.

10. *Motus est continua unius loci relictio et alterius acquisitio; locus autem, qui relinquitur, terminus a quo, qui acquiritur, terminus ad quem dici solet;* continuam dico, propterea quod corpus quantulumcumque sit, non potest totum simul a toto loco priore ita excedere, ut pars ejus non sit in parte quæ sit utrique loco, nimirum relicto et acquisito, communis. Exempli causa, sit corpus quodcunque in loco A B C D, non potest illud pervenire ad locum B D E F, quin prius sit in G H I K, cujus pars G H B D sit communis utrique loco A B C D, et G H I K, et pars B D I K communis utrique loco G H I K et B D E F.



Moveri autem aliquid nisi in tempore concipi non potest. Est enim tempus, ex definitione, phantasma, id est, conceptus motus; itaque concipere moveri aliquid non in tempore esset concipere motum non concepto motu, quod est impossibile.

PARS II. 8.

Quid sit quiescere, et motum fuisse, et motum fore; in omni motu concipi necessario præteritum et futurum.

11. *Quiescere dicitur quod, per aliquod tempus, in eodem est loco, motum autem esse vel fuisse dicitur, quod sive nunc quiescat sive moveatur, fuit prius in loco alio quam nunc est.* Ex quibus definitionibus, infertur primo quicquid movetur, motum esse, nam quod movetur si in eodem sit loco quo prius, quiescit, id est, non movetur, per definitionem *quietis;* si in alio loco est, motum est per definitionem *moti.* Secundo, *quod movetur, motum iri adhuc,* nam quod movetur locum, ubi est, relinquit, itaque alium acquiret, ergo movebitur adhuc. Tertio, *quod movetur non esse in uno loco,* per ullum tempus quantumvis exiguum; nam per definitionem *quietis,* quod est in uno loco per aliquod tempus, quiescit.

Est sophisma quoddam contra motum quod nasci videtur ex hujus propositionis ignoratione. Dicunt enim si corpus aliquod movetur, movetur in loco ubi est, vel in loco ubi non est, quorum utrumque falsum est; ergo nihil movetur. Sed falsa est major, quod enim movetur neque in loco ubi est, neque in loco, ubi non est, movetur, sed a loco ubi est ad locum ubi non est. Negari non potest quin quicquid movetur alicubi, id est, intra spatium aliquod moveatur; at locus corporis non est illud spatium totum sed pars ejus, ut dictum supra est, articulo 7. Ex eo quod quicquid movetur non modo motum esse, sed etiam motum fore demonstravimus, hoc quoque colligendum est, motum non concipi sine conceptu tum præteriti tum futuri.

Quid sint punctum, linea superficies et solidum.

12. Si corporis quod movetur magnitudo (etsi semper aliqua sit) nulla consideretur, via per quam transit, *linea,* sive *dimensio una* et *simplex,*

PARS II. 8.

dicitur, spatium autem quod transit *longitudo*, ipsumque corpus *punctum* appellatur; eo sensu quo terra *punctum*, et via ejus annua linea ecclip-tica vocari solet. Quod si corpus, quod movetur, consideretur jam ut *longum*, atque ita moveri supponatur, ut singulæ ejus partes singulas lineas conficere intelligantur, via uniuscujusque partis ejus corporis *latitudo*, spatium quod conficitur *superficies* vocatur, constans ex duplici dimensione *latitudine* et *longitudine*, quarum altera tota ad alterius partes singulas sit applicata.

Rursus si corpus consideretur ut habens jam *superficiem*, et ita intelligatur moveri, ut singulæ ejus partes singulas conficiant lineas, uniuscujusque partis via corporis illius *crassities* seu *profunditas*, spatium quod conficitur *solidum* vocatur, conflatum ex dimensionibus tribus, quarum quælibet duæ totæ applicantur ad singulas partes tertiæ.

Quod si adhuc corpus aliquod consideretur ut solidum, fieri non potest ut singulæ ejus partes singulas describant lineas. Nam quacunque movebitur, partis posterioris via incidet in viam anterioris, factumque erit solidum idem, quod fecisset per se superficies anterior. Alia itaque dimensio corporis quidem ut corpus, præter prædictas tres, nulla esse potest; etsi ut post dicetur, velocitas, quæ est motus per longitudinem, applicatus ad solidi omnes partes, faciat motus magnitudinem ex quatuor constantem dimensionibus, sicut et bonitas auri in singulis partibus computata facit pretium ejus.

Quid sit in corporibus et magnitudinibus, æquale, majus et minus.

13. *Corpora inter se æqualia esse dicuntur, quæ eundem locum possidere possunt.* Potest autem corpus aliquod locum occupare eundem,

PARS II. 8.

quem aliud corpus occupat, quamvis non sit ejusdem figuræ, si modo, flexione et transpositione partium, in eandem figuram redigi intelligatur.

Majus autem est corpus corpore quando pars illius huic toti est æqualis. Minus autem, quando illud totum parti hujus est æquale. Eadem ratione magnitudo magnitudini æqualis, vel major vel minor dicitur; videlicet quando corpora quorum illæ sunt magnitudines majora æqualia vel minora sunt.

Unius et ejusdem corporis eandem semper esse magnitudinem.

14. Unius autem et ejusdem corporis una et eadem semper est magnitudo. Cum enim corpus, et magnitudo, et locus ejus, animo comprehendi non possint, nisi ut coincidentia, si corpus aliquod quiescere, id est, in eodem loco pro tempore remanere intelligatur, sitque magnitudo ejus in una parte temporis illius major, in alia minor, locus qui idem est, coincidet modo cum majore, modo cum minore magnitudine, id est idem locus et major et minor erit seipso, quod est impossibile. Sed rem ita per se manifestam demonstrare opus non esset, nisi viderem aliquos ita de corpore et magnitudine ejus sentire, tanquam idem corpus divulsum a sua magnitudine existere et majore mox vel minore donari posset, et ad rari et dens naturam explicandam hoc uti principio.

Velocitas, quid.

15. Motus, quatenus eo, longitudo certa, tempore certo, transmitti potest, appellatur *velocitas*; nam etsi *velox* sæpissime dicatur cum relatione ad *tardius* sive *minus velox*, sicut magnum respectu minoris, tamen ut magnitudo apud philosophos sumitur absolute pro extensione, ita quoque velocitas poni pro motu secundum longitudinem potest absolute.

16. Motus plures temporibus æqualibus absolvi dicimus, quando unusquisque eorum cum motu aliquo alio simul incipit et simul desinit, vel si simul incipisset simul etiam desiisset. Tempus enim quod est phantasma motus non nisi per expositum motum æstimatur. Ut fit in horologiis per motum solis, vel indicis; ubi si duo vel plures motus, cum eo motu simul incipiunt et desinunt, æqualibus temporibus facti censentur; ex quo etiam quid sit majore tempore, sive diutius, et minore, sive minus diu, moveri facile intelligitur; diuturniorem nempe esse, qui si una incepisset posterior desiisset, vel si una desiisset prior incepisset.

Quid sit in temporibus æquale, majus et minus.

17. Æque veloces dicuntur motus, quibus transmittuntur longitudines æquales æqualibus temporibus, velocitas autem major est qua longitudo major æquali tempore, vel longitudo æqualis minore tempore conficitur. Atque ea velocitas, qua æqualibus temporis partibus æquales transeuntur longitudines, velocitas sive motus *uniformis* dicitur; et motuum *non uniformium* illi, qui æqualibus temporis partibus accelerantur, vel retardantur æqualibus semper incrementis vel decrementis, dicuntur uniformiter accelerati, vel uniformiter retardati.

Quid sint in velocitate, æquale, majus et minus.

18. Motus autem major et minor et æqualis non dicitur propter solam longitudinem, quæ certo tempore conficitur, id est, propter solam velocitatem, sed propter velocitatem applicatam ad unamquamque magnitudinis particulam; nam quando corpus aliquod movetur, movetur quoque quotalibet pars ejus, puta dimidium; unde motibus dimidiorum existentibus inter se, et motui totius

Quid sit in motu æquale, majus et minus.

æque velocibus; motus totius erit æqualis duobus motibus, quorum uterque est æque ac ipse velox; itaque aliud est motus duos æquales inter se esse, aliud æque veloces; ut manifestum est in bigis, ubi motus quidem amborum simul equorum, utriusvis motui æque velox est, major autem amborum quam unius motus est, scilicet ille hujus duplus est, *æquales* itaque *motus* simpliciter *esse dicimus, cum unius velocitas per omnem ejus magnitudinem computata, æqualis est alterius velocitati, per omnem item magnitudinem ejus computatæ. Major* autem *motus motu est quando velocitas illius sic, ut dictum est, computata, hujus velocitate similiter computata, major est. Minor* vero *quando minor;* præterea motus magnitudo eo quo jam diximus modo computata, id ipsum est quod appellamus vulgo *vim.*

Quod quiescit nisi moveatur ab externo semper quiescet, et quod movetur nisi ab externo impediatur semper movebitur

19. Quod quiescit, semper quiescere intelligitur, nisi sit aliud aliquod corpus præter ipsum, quo supposito, quiescere amplius non possit; supponamus enim corpus aliquod finitum existere, et quiescere, ita ut reliquum omne spatium intelligatur vacuum; si jam corpus illud cæperit moveri, movebitur sane per aliquam viam, quoniam igitur quicquid in ipso corpore erat disponebat ipsum ad quietem, ratio quare movetur per hanc viam est extra ipsum, similiter si per aliam viam quamcunque motum esset, ratio quoque motus, per illam viam, esset extra ipsum. Cum autem suppositum sit, extra ipsum nihil esse, ratio motus per unam viam eadem esset quæ ratio motus per omnem aliam viam; ergo æque motum esset per omnes vias simul, quod est impossibile.

Similiter quod movetur, semper moveri intelli-

gitur, nisi aliud sit extra ipsum propter quod quiescit; nam si supponamus nihil extra esse, nulla ratio erit quare nunc quiescere debeat potius quam alio tempore; itaque motus ejus in omni simul temporis puncto desineret, quod non est intelligibile.

Generari et perire accidentia, corpus non item.

20. Quando *generari*, vel *perire* animal, arborem, aliudve corpus nominatim dicimus, etsi ea corpora sint, non tamen intelligendum est, ex non corpore corpus, vel ex corpore fieri non corpus, sed ex animale non animal, ex arbore non arborem, etc. id est, accidentia quidem ea propter quæ aliam rem animal, aliam arborem, aliam aliter nominamus generari et interire, et proinde nomina illa non amplius ipsis convenire, quæ prius conveniebant; non autem generari aut perire magnitudinem propter quam nominamus aliquid corpus. Etsi enim fingere animo possumus punctum aliquod in molem ingentem intumescere, quæ rursus in punctum se contrahat, hoc est imaginari ex nihilo aliquid, et ex aliquo nihil fieri; quomodo tamen id fieri in rerum natura possit animo comprehendi non potest. Philosophi igitur, quibus a ratione naturali discedere non licet, supponunt corpus generari aut interire non posse; sed tantum sub diversis speciebus aliter atque aliter nobis apparere, et proinde aliter atque aliter nominari, ut quod modo homo, mox non-homo, non autem quod modo corpus, mox non-corpus vocandum sit. Accidentia autem cætera præter magnitudinem sive extensionem omnia generari et interire posse manifestum est, ut quando ex albo fit nigrum, albedo, quæ erat amplius, non est, et nigredo, quæ non erat, oritur. Corpora itaque et accidentia,

PARS. II. 8.

sub quibus varie apparent, ita differunt, ut corpora quidem sint res non genitæ, accidentia vero genita sed non res.

Accidens non migrare e subjecto.

21. Quum igitur aliquid aliter atque aliter apparet propter alia atque alia accidentia, non censendum est accidens ex uno subjecto in aliud migrare, (non sunt enim, ut diximus supra, in subjectis suis ut pars in toto sive contentum in continente, aut ut paterfamilias in domo) sed unum interire aliud generari. Exempli gratia, quando manus mota movet calamum, non migrat motus manus in calamum, sic enim currente scriptura manus cessaret, sed motum in calamo generari novum et suum.

Neque moveri.

22. Neque ergo moveri dicetur accidens, nisi improprie, ut si pro *figura est accidens corporis absportati*, diceremus *corpus absportat figuram suam*.

Essentia, forma, et materia, quid.

23. Accidens autem propter quod corpori alicui certum nomen imponimus, sive accidens, quod subjectum suum denominat, *essentia* dici solet, ut rationalitas, hominis; albedo, albi; extensio, corporis dicitur *essentia*. Eadem essentia quatenus generata, *forma* dicitur.

Corpus rursus, respectu cujuslibet accidentis sui, vocatur subjectum. Respectu *formæ*, *materia* nominatur.

Item productio vel interitus cujuslibet accidentis facit ut subjectum ejus *mutari* dicatur, solius vero formæ, ut dicatur generari, vel interire. In omni autem generatione et mutatione nomen materiæ semper manet; nam facta ex ligno mensa, non modo lignea, sed lignum; et statua ex ære tum ænea tum æs dicitur. Etsi Aristoteles in meta-

physicis illud, quod factum est, non ἐκεῖνὸ sed ἐκείνινον, et ex ligno factum non ξύλον sed ξύλινον, id est, non lignum sed ligneum appellandum esse censeat.

Materia prima, quid.

24. Materia autem communis omnium rerum, quam philosophi, Aristotelem sequuti, vocare solent *materiam primam*, non est aliquod corpus distinctum a reliquis corporibus, neque vero unum ex illis, quid ergo est? merum nomen; non tamen frustra usurpatum; significat enim, corpus considerari sine consideratione cujuscunque *formæ* et cujuscunque accidentis, excepta solummodo magnitudine, sive extensione, et aptitudine ad formam et accidentia recipienda; ita ut si quoties opus est uti hac voce, *corpus generaliter sumptum*, utamur hac *materia prima* recte fecerimus. Nam sicut si quis utra prior extiterit aqua an glacies nesciens, quæreret utra esset ambarum materia, tertiam aliquam materiam, quæ illarum neutra esset, supponere cogeretur, sic qui materiam quærit omnium rerum, talem supponere debet, quæ earum rerum quæ sunt nulla sit; non est igitur materia prima res aliqua; ideoque solent attribuere ipsi, neque formam ullam, neque aliud accidens præter quantitatem. Cum tamen omnes res singulares suis formis et certis accidentibus præditæ sint, est ergo materia prima corpus universale, id est, corpus consideratum universaliter, cujus non est forma nulla, aut accidens nullum, sed in quo forma et accidentia, præter quantitatem, nulla considerantur, id est, in argumentationem non adhibentur.

Totum est majus sua parte; cur demonstratum.

25. Ex ante dictis demonstrari possunt axiomata ea quæ assumuntur ab Euclide, in principio primi elementi circa æqualitatem et inæqualitatem

PARS II. 8.

magnitudinum; quorum (cæteris prætermissis) unum tantum, *totum esse majus sua parte* hic demonstrabimus, ut sciat lector ea axiomata non esse indemonstrabilia, neque ergo principia demonstrandi prima, atque ob eam rem, caveat ne quicquam pro principio admittat, quod non sit æque clarum, atque hæc sunt. Definitur *majus* esse cujus pars est æqualis alteri toti; si jam ponatur totum aliquod A et pars ejus B, quoniam totum B est æquale sibi ipsi, et pars totius A est ipsum B, erit pars ipsius A æqualis toti B; quare per definitionem *majoris*, A est majus quam B; quod erat probandum.

CAPUT IX.

DE CAUSA ET EFFECTU.

1. Quid sit agere et pati.—2. Actio et passio mediata et immediata.—3. Causa simpliciter, causa sine qua non, sive necessarium per hypothesin, quid.—4. Causa efficiens, et materialis, quid.—5. Causa integra ad effectum producendum semper est sufficiens. Effectum productum esse eodem instante quo causa sit integra, et effectum omnem habere causam necessariam.—6. Generationem effectuum continuam esse. Principium in causatione, quid sit.—7. Causam motus non esse, nisi in corpore contiguo et moto.—8. Agentia et patientia eadem, diversis temporibus sed similiter disposita, similes effectus producunt.—9. Mutationem omnem esse motum.—10. Contingentia, quid sint.

Quid sit agere et pati.

1. Corpus *agere* dicitur in illud corpus, in quo aut generat accidens aliquod, aut destruit. Et pati ab eo, a quo in ipso accidens aliquod generatur vel destruitur; ut, corpus quod propellendo aliud corpus efficit in eo motum, *agens* vocatur, id vero

in quo pulso generatur motus, *patiens;* ut ignis, calefaciens manum, *agens*, manus, quæ calefit, *patiens* dicitur. Accidens, quod in patiente generatur, appellatur *effectus*. PARS II. 9.

Actio et passio mediata et immediata.

2. Quando agens et patiens contigua inter se sunt, *actio* et *passio immediatæ* dicuntur, alioqui *mediatæ*. Corpus autem quod inter agens et patiens medium interjacet, utrique contiguum, et agens est et patiens; agens respectu sequentis in quod agit; *patiens* respectu antecedentis a quo patitur. Item si plura corpora ita ordinentur, ut proxima quæque duo sint contigua, media omnia inter primum et postremum sunt et *agentia* et *patientia;* primum solummodo *agit*, postremum solummodo *patitur*.

Causa simpliciter, causa sine qua non, sive necessarium, per hypothesin quid.

3. Agens autem in patiente effectum suum certum producere intelligitur, pro certo modo seu certo accidente vel certis accidentibus quibus et ipsum et patiens prædita sunt, id est, non propterea quod sunt corpora, sed quod talia, vel taliter mota; nam alioqui omnia agentia in omnibus patientibus similes effectus producerent, cum sint omnia æque corpora. Itaque verbi causa, ignis non ideo calefacit quia corpus est, sed quia calidum, nec corpus unum aliud pellit, quia corpus est, sed quia movetur in ejus locum. Causa itaque effectuum omnium in certis consistit agentium et patientis accidentibus, quæ cum adsint omnia, effectus producitur, si aliquod eorum desit, non producitur. Accidens autem, sive agentis sive patientis *sine quo* effectus *non potest produci*, vocatur *causa sine qua non et necessarium per hypothesin;* et *requisitum* ad effectum producendum. *Causa* autem simpliciter sive *causa integra*

PARS II. 9.

est aggregatum omnium accidentium tum agentium quotquod sunt, tum patientis, quibus omnibus suppositis, intelligi non potest quin effectus una sit productus, et supposito quod unum eorum desit intelligi non potest quin effectus non sit productus.

Causa efficiens, et materialis, quid.

4. Accidentium autem requisitorum ad effectum, eorum quæ in agente, vel agentibus sunt aggregatum, producto effectu, vocatur *causa* ejus *efficiens*. Eorum vero quæ in patiente sunt aggregatum, producto effectu, appellari solet causa materialis; producto inquam, effectu; ubi enim effectus nullus est, neque causa ulla est, nam causa vocari nihil potest, ubi nihil est quod vocetur effectus; sunt autem causæ efficiens et materialis causæ partiales, sive partes causæ illius quam proxime supra appellavimus *integram*. Est autem ex his statim hoc manifestum, effectum quem expectamus, cum agentia sint idonea, tamen propter defectum idonei patientis, et cum patiens sit idoneum, tamen propter defectum agentium idoneorum, frustrari posse.

Causa integra ad effectum producendum semper est sufficiens. Effectum productum esse eodem instante quo causa sit integra, et effectum omnem habere causam necessariam.

5. Causa integra ad producendum effectum suum semper sufficit, modo sit effectus omnino possibilis; nam cuicunque effectus producendus proponatur, si producatur manifestum est, causam quæ eum produxit sufficientem fuisse; sin non producatur, et tamen possibilis fuerit, palam est defuisse aliquid vel in agente aliquo, vel in patiente, sine quo produci non potuit, id est, defuisse aliquod accidens quod erat ad productionem ejus requisitum. Itaque *causa* ea non erat *integra*, contra id quod supponebatur.

Ex quo et hoc sequitur, quo instante causa fit

PARS II. 9

integra, eodem quoque effectum esse productum; nam si non sit productus deest adhuc aliquod ad productionem requisitum, non erat ergo, ut supponebatur, causa integra.

Et siquidem causa necessaria ea esse definiatur, qua supposita effectus non potest non sequi, hoc quoque colligetur, quicunque unquam effectus productus sit, productum esse a causa necessaria. Nam quod productum est eo ipso, quod productum est, causam habuit integram, hoc est, omnia ea quibus suppositis effectum non sequi intelligi non possit, ea vero causa necessaria est. Eadem ratione ostendi potest quicunque unquam effectus futuri sunt, causam necessariam habituros esse, atque hoc modo quæcunque producta vel erunt vel fuerunt, necessitatem suam in rebus antecedentibus habuisse.

Generationem effectuum continuam esse. Principium in causatione, quid sit.

6. Ex eo autem quod quo instante causa fit integra, eodem effectus productus est, manifestum etiam est, causationem atque productionem effectuum in continua quadam progressione consistere, ita ut pro mutatione continua agentis vel agentium, quæ fit ab aliis in ipsa agentibus, continuo mutetur quoque patiens in quod ipsa agunt; exempli causa, magis magisque calescente igne, continuo augmento, effectus quoque ejus, nempe proximorum corporum, et rursus his proximorum calor (magno jam argumento, mutationem in solo motu consistere, quod tamen alias verum esse ostendetur) magis magisque una crescit. In hac autem causationis, id est, actionis et passionis progressione si quis partem aliquam imaginatione comprehenderit, eamque diviserit in partes, prima pars, sive principium ejus considerari non potest nisi ut actio,

PARS II. 9.

sive causa; nam si consideraretur etiam ut effectus vel passio necesse est ut ante eam aliquod aliud consideraretur ut actio et causa ejus, quod fieri non potest; nam ante principium nihil est; similiter pars ultima, tantum ut effectus consideratur, causa enim dici non potest nisi respectu sequentis; sed post ultimum nihil sequitur. Atque hinc est quod in actione *principium* et *causa* pro eodem habeantur. Partium autem intermediarum unaquæque et actio et passio, et causa et effectus est, prout cum parte antecedente vel subsequente comparatur.

Causam motus non esse, nisi in corpore contiguo et moto.

7. Causa motus, nulla esse potest in corpore nisi contiguo et moto. Sint enim duo corpora quælibet non contigua, inter quæ aut spatium, quod interjacet, vacuum sit, aut si plenum, plenum tamen corpore quiescente, propositorum autem corporum unum quiescere supponatur. Dico quieturum semper; nam si movebitur; causa ejus motus per caput 8, articulum 19, erit in corpore externo; si igitur, inter ipsum et externum illud, vacuum spatium sit, possumus concipere, utcunque se habeant corpora externa vel ipsum patiens (modo supponatur nunc quiescere,) quieturum esse quamdiu ab iis non contingitur; cum autem causa (per definitionem) sit aggregatum accidentium omnium quibus suppositis effectum non sequi concipi non potest, accidentia quæ sunt vel in externis vel in ipso patiente, causa futuri motus non erit, similiter quia concipi potest id quod jam quiescit quieturum adhuc, etiamsi ab alio corpore contingatur modo corpus illud non moveatur, non erit causa motus in contiguo corpore quiescente.

Itaque causa motus in corpore nulla est, nisi in contiguo et moto. PARS II. 9.

Eadem ratione probari potest quicquid movetur, eadem via et velocitate semper processurum, nisi ab alio contiguo, et moto corpore impediatur, et proinde neque quiescentia neque interposito vacuo ulla corpora motum in alio corpore aut generare, aut extinguere, aut minuere posse. Est qui quieta motis magis resistere scripsit, quam ex adverso motu, eo quod quietem quam motum motui magis contrarium esse existimaret; deceptus voce, quod nomina *quies* et *motus* contradictoria sunt; cum tamen quod ad rem attinet, pugnat cum motu motus adversus, quies non pugnat.

Agentia et patientia eadem, diversis temporibus sed similiter disposita, similes effectus producunt.

8. Quod si corpus unum in aliud agat uno tempore, et deinde idem corpus, in idem corpus alio tempore agat, modo agens vel quiescat totum et pars ejus unaquæque; vel (si moveatur) eodem modo moveatur et totum, et unaquæque ejus pars sicut ante; et quod de agente dictum est, idem de patiente intelligatur, ita ut nulla sit differentia nisi in temporibus, id est nisi ut actio una prior tempore, alia posterior sit; manifestum per se est, effectus fore æquales, similesque; solo tempore diversos. Et sicut ipsi effectus a causis suis oriuntur, ita diversitatem quoque eorum a diversitate causarum dependere.

Omnem mutationem esse motum.

9. Hoc posito, necesse est ut mutatio aliud non sit præter partium corporis mutati motum. Primo enim mutari nihil dicimus præterquam quod sensibus nostris aliter apparet quam ante apparuit. Secundo, illæ apparentiæ sunt ambæ effectus producti in sentiente; itaque si diversi sunt, necesse est per præcedentem, ut vel agentis pars

PARS II. 9. aliqua ante quiescens jam moveatur, et sic mutatio consistit in eo motu; vel ante mota, nunc aliter moveatur, et sic quoque consistit mutatio in novo motu, vel ante mota nunc quiescat, quod fieri nisi per motum non posse supra demonstravimus, et ita rursus mutatio motus est, vel denique aliquid horum contingit patienti vel parti ejus, atque ita omni modo mutatio consistet in motu partium ejus corporis quod sentitur, vel ipsius sentientis, vel utriusque. Itaque mutatio *motus* est (nimirum partium agentis vel patientis) quod erat propositum demonstrare. Huic autem consequens est, quietem nullius rei causam esse, neque omnino per eam quicquam *agi*, ut quæ neque motus neque mutationis ullius causa sit.

Contingentia quid sint.

10. Accidentia respectu accidentium, quæ antecedunt sive tempore priora sunt, si ab illis non dependent, ut a causis, *contingentia* appellantur; respectu, inquam, eorum a quibus non generantur; nam respectu causarum suarum, omnia æque necessario eveniunt; siquidem enim non necessario evenirent, causas non haberent, quod de rebus generatis intelligi non potest.

CAPUT X.

DE POTENTIA ET ACTU.

1. Potentiam, et causam idem esse.—2. Quo instante potentia sit plena, eodem produci actum.—3. Potentiam activam et passivam partes tantum esse potentiæ plenæ.—4. Actus possibilis, quando dicitur.—5. Actus necessarius et contingens, quid. 6. Potentiam activam consistere in motu.—7. Causæ formalis et finalis, quid.

PARS II. 10.

Potentiam, et causam idem esse.

1. Causæ atque effectui respondent *potentia et actus*. Imo vero hæ et illæ eædem sunt res, licet propter diversas considerationes diversis nominibus appellentur. Quando enim in agente quopiam omnia insunt accidentia, quæ ad effectum aliquem in patiente quopiam producendum necessario ex parte agentis requiruntur, tum dicimus agens illud producere illum effectum *posse*; si modo ad patiens applicatum fuerit. Sed eadem accidentia capite præcedente causam constituere efficientem indicavimus, eadem igitur accidentia sunt quæ causam efficientem, et quæ potentiam agentis, constituunt. Itaque *potentia* agentis, et causa efficiens idem sunt re, differunt autem consideratione. *Causa* enim dicitur respectu effectus jam *producti*, *potentia* vero respectu ejusdem effectus *producendi*; ita ut causa *præteritum*, potentia *futurum* respiciat: potentia autem agentis *activa* dici solet.

Similiter quoties patienti cuipiam omnia insunt accidentia, quæ ex parte ipsius requiruntur ut effectus aliquis ab agente quopiam in ipso producatur, dicimus in patiente illo effectum illum

PARS II. 10.

produci *posse*, si modo ad agens idoneum applicatum fuerit. Sed eadem accidentia, ut capite præcedente definitum est, constituunt *causam materialem*. Idem igitur est *potentia patientis* (quæ et *potentia passiva* vulgo dicitur) et *causa materialis*. Consideratio tamen diversa est, quia in causa *præteritum*, in potentia *futurum* respicitur. Itaque potentia tum agentis tum patientis simul sumpta, quam potentiam *integram* vel *plenam* appellare licet, idem est quod causa integra, nam utraque consistit in aggregato omnium simul accidentium, quæ ad effectum producendum, tum in agente tum in patiente, requiruntur. Denique sicut accidens quod productum est, respectu causæ, *effectus* ; ita respectu potentiæ, *actus* appellatur.

Quo instante potentia fit plena, eodem produci actum.

2. Quemadmodum igitur quo instante causa est *integra*, eodem *effectus* productus est ; sic quoque quo instante potentia *plena* fit, eodem quoque actus, qui ab ea produci potuit, productus est. Et ut nullus effectus oriri potest qui non a causa sufficiente et necessaria productus sit, ita neque actus ullus produci, qui non productus sit a potentia sufficiente, et a qua non potuit non produci.

Potentiam activam et passivam partes tantum esse potentiæ plenæ.

3. Quemadmodum, causam efficientem, et materialem per se ipsas ostendimus esse partes tantum causæ integræ, nec nisi conjunctas effectum producere, sic quoque potentia *activa* et *passiva* partes tantum sunt potentiæ plenæ, et integræ, nec poterit ex iis *actus* educi, nisi conjunctis ; ideoque potentiæ illæ, ut diximus articulo primo, dicuntur potentiæ cum hac conditione, *posse* scilicet *agens*, *si modo patienti applicetur*, et

posse patiens, si modo agenti applicetur; aliter neutrum quicquam *posse*, neque ergo accidentia, quæ in illis sunt, *potentiæ* proprie loquendo dici possunt; neque actus aliquis possibilis dici propter potentiam solius agentis aut solius patientis. PARS II. 10.

4. Actus enim impossibilis est ad quem producendum nulla unquam erit potentia plena; nam cum *potentia* plena ea sit in qua concurrunt omnia, quæ ad actum producendum requiruntur, si potentia plena numquam erit, semper deerit aliquod eorum sine quibus produci actus non potest; actus ergo ille nunquam produci poterit, id est, actus ille *impossibilis* est. Actus autem, qui *impossibilis* non est, ille *possibilis* est; ideoque actus omnis *possibilis* aliquando producetur, nam si nunquam producetur nunquam concurrent omnia, quæ ad productionem ejus requiruntur; est itaque actus ille impossibilis, (per definitionem) quod est contra suppositum. Actus possibilis quando dicitur.

5. Quem autem actum impossibile est non esse, ille actus necessarius est; itaque quicunque actus futurus est, necessario futurus est; nam ut futurus non sit impossibile est; propterea quod, ut modo demonstratum est, omnis actus possibilis aliquando producetur. Imo vero non minus necessaria propositio est *futurum est futurum, quam homo est homo.* Actus necessarius et contingens, quid.

Quæret autem hoc loco aliquis utrum futura, quæ appellari solent contingentia, necessaria sint? Dicimus igitur in universum omnia, quæ contingunt, contingere a causis necessariis, ut ostensum est capite præcedente, vocari autem contingentia, respectu aliorum eventuum a quibus non dependent; ut pluvia quæ erit cras, necessario (id est a necessariis causis) producetur; contingere autem fortuito

PARS II. 10.

eam pluviam putamus et dicimus, quoniam causas ejus, quæ nunc sunt, nondum videmus; nam fortuitum sive contingens vulgo vocant, cujus causam necessariam non perspiciunt, quemadmodum etiam de præteritis loqui solent, cum dicunt possibile esse ut non sit factum, si factum esse nesciant.

Propositio itaque omnis de futuro contingente, vel non contingente, qualis est hæc, *cras pluet*, vel hæc, *cras sol orietur*, necessario vera est, vel necessario falsa; sed quoniam utrum vera an falsa sit, nondum scimus, ideo vocamus eam contingentem; cum tamen veritas ejus non a nostra scientia, sed ab anteitione causarum dependeat. Sunt autem, qui etsi totam hanc, *cras pluet vel non pluet*, necessariam esse fateantur, neutram tamen seorsim, velut, *cras pluet*, vel *cras non pluet* veram esse volunt; quoniam, inquiunt, nec hæc, nec illa determinate vera est. Sed quid est hoc determinate vera, nisi cognite, id est, evidenter vera? Itaque eandem rem dicunt, nimirum, nondum sciri, an sit vera necne, obscurius tamen, dum quibus verbis inscitiam suam tegere conantur, iisdem rei evidentiam simul opprimunt.

Potentiam activam consistere in motu.

6. Ostensum est capite præcedente, articulo 9, motus et mutationis omnis causam efficientem consistere in motu agentis vel agentium; articulo autem hujus capitis primo, potentiam agentis eandem rem esse cum causa efficiente. Ex quibus intelligitur potentiam omnem activam consistere item in motu; neque esse potentiam accidens aliquod ab omni actu diversum, sed actum aliquem, nempe motum, qui ideo potentia vocatur, quia alius actus ab eo post producetur. Exempli causa, si trium corporum primum propellat secun-

dum, et hoc tertium, motus secundi respectu primi a quo producitur est secundi corporis actus, respectu tertii, est ejusdem secundi corporis potentia activa.

Causæ formalis et finalis quid.

7. Præter causam efficientem et materialem, duas causas numerant metaphysici, nimirum *essentiam* (quam appellant aliqui *causam formalem*) et *finem*, sive *causam finalem;* sunt tamen ambæ causæ efficientes; dicitur enim *essentia* rei, causa ejus, tanquam *esse rationale* esset *causa hominis;* quod intelligi non potest; idem enim est, ac si *esse hominem* diceremus esse hominis causam, quod non recte dicitur. Attamen cognitio essentiæ est causa cognitionis *rei,* si enim prius cognoverim aliquid esse rationale, cognosco inde idem esse hominem; sed ita causa est, ut alia non sit quam efficiens. *Finalis causa* locum non habet nisi in iis rebus quæ habent sensum et voluntatem, quam efficientem quoque esse suo loco ostendemus.

CAPUT XI.

DE EODEM ET DIVERSO.

1. Differre unum ab alio, quid sit.—2. Differre numero, magnitudine, specie, et genere, quid.—3. Quid sit relatio, ratio, relata.—4. Proportionalia, quid.—5. In quo consistat magnitudinum ratio inter se. — 6. Relationem non esse novum accidens, sed aliquod eorum, quæ inerant ante relationem, sive comparationem factam. Item causas accidentium in utroque relato esse causam relationis.—7. De principio individuationis.

Differre unum ab alio quid sit.

1. Dictum hactenus est de *corpore* simpliciter, et accidentibus communibus, *magnitudine*, *motu*, *quiete*, *actione*, *passione*, *potentia*, *possibili*, *&c.*

PARS II. 11. Descendendum jam esset ad accidentia illa, quibus unum corpus ab alio distinguitur, nisi prius declarandum esset, quid sit ipsum *distingui*, et *non distingui*, nimirum quid sit *idem* et *diversum*; nam etiam hoc omnibus corporibus commune est, ut unum ab alio distingui, sive diversum esse possit. Differre autem inter se duo corpora dicuntur, cum de uno eorum dicitur aliquid quod de altero dici non potest eodem tempore.

Differre numero, magnitudine, specie, et genere quid

2. Imprimis autem, duo corpora idem non esse manifestum est; siquidem enim duo sint, in duobus locis sunt eodem tempore, quod autem idem est, eodem tempore in eodem loco est. Omnia ergo corpora *differunt* inter se *numero*, nimirum ut unum et alterum; ita ut *idem*, et *numero differentia*, sint nomina contradictorie opposita.

Differunt autem magnitudine, quorum alterum altero majus est, ut *cubitale* et *bicubitale*, *bilibre* et *trilibre*. His opponuntur *æqualia*.

Quæ vero plus quam magnitudine differunt, *dissimilia*; quæ plus quam magnitudine non differunt, *similia* dici solent. Dissimilium autem alia specie, alia genere differre dicuntur. Specie quidem, si differentia eorum eodem sensu percipiatur, ut *album* et *nigrum*. Genere vero si differentia non percipiatur nisi sensibus diversis, ut *album* et *calidum*.

Quid sit relatio, ratio, relata.

3. Corporis autem cujuscunque cum alio quocunque corpore *similitudo*, vel *dissimilitudo*, vel *æqualitas*, vel *inæqualitas*, *relatio* ejus dicitur; atque ipsa corpora propterea inter se *relata* sive *correlata* appellantur. Aristoteles vocat τὰ πρός τι, quorum primum *antecedens*, secundum *con-*

sequens nominari solet. *Relatio* autem antecedentis ad consequens secundum magnitudinem, nimirum æqualitas, vel excessus, vel defectus ejus, *ratio* et *proportio* antecedentis ad consequens dicitur; ut *ratio* nihil aliud sit quam æqualitas vel inæqualitas antecedentis comparati ad consequens secundum magnitudinem. Exempli causa, ratio ternarii ad binarium aliud non est, quam ternarium superare binarium unitate; et ratio binarii ad quinarium aliud non est, quam binarium a quinario deficere ternario. Itaque in ratione inæqualium, ratio minoris ad majus *defectus;* ratio majoris ad minus *excessus*, dicitur. PARS II. 11.

Proportionalia, quid.

4. Porro, inæqualium alia sunt magis, alia minus, alia æque inæqualia. Itaque non modo *magnitudinum*, sed etiam *rationum* ratio datur, nempe cum duo inæqualia ad duo alia inæqualia relationem habeant; ut quando inæqualitas, quæ est inter 2 et 3, comparatur cum inæqualitate, quæ est inter 4 et 5, in qua comparatione semper sunt quatuor magnitudines; vel si tres tantum sint, media illarum (quod tantundem valet) bis numeratur. Et siquidem ratio primi ad secundum æqualis sit rationi tertii ad quartum, dicuntur illa quatuor esse *proportionalia*, vel esse *ut primum ad secundum ita tertium ad quartum;* alioqui proportionalia non dicuntur.

In quo consistat magnitudinum ratio inter se.

5. Consistit autem ratio antecedentis ad consequens in differentia, hoc est in ea parte majoris, qua minus ab eo superatur, sive in majoris (dempto minore) *residuo;* non autem simpliciter, sed ut comparato cum alterutro relatorum; ut ratio binarii ad quinarium est ternarius quo quinarius binarium superat, non simpliciter, sed

PARS II. 11.

quatenus cum binario, vel quinario comparatus. Etsi enim eadem differentia sit inter binarium et quinarium quæ est inter novenarium et duodenarium, nempe idem ternarius, non tamen eadem est inæqualitas, ideoque neque eadem ratio binarii ad quinarium, et novenarii ad duodenarium.

Relationem non esse novum accidens, sed aliquod eorum quæ inerant ante relationem, sive comparationem factam. Item causas accidentium in utroque relato esse causam relationis

6. De relatione autem non ita censendum est, tanquam ea esset accidens aliquod diversum ab aliis relati accidentibus, sed unum ex illis, nempe illud ipsum secundum quod fit comparatio. Exempli causa, similitudo *albi* cum alio *albo*, vel dissimilitudo cum *nigro*, est idem accidens quod albedo ejus; et æqualitas vel inæqualitas idem accidens quod rei comparatæ magnitudo, sub diversis nominibus; nam quod *album* vel *tantum* vocatur, quando non comparatur cum alio, idem comparatum dicitur *simile*, *dissimile*, *æquale*, vel *inæquale*. Ex quo etiam sequitur causas accidentium, quæ sunt in relatis, causas quoque esse *similitudinis*, *dissimilitudinis*, *æqualitatis et inæqualitatis*, nimirum, eum qui duo corpora inæqualia fecerit, eundem quoque facere ipsorum inæqualitatem, et qui facit regulam et actionem, eundem si actio sit regulæ congrua, congruitatis, si incongrua, incongruitatis causam esse. Atque hæc de comparatione corporis unius cum alio dicta sint.

De principio individuationis.

7. Comparari autem idem potest cum seipso, sed alio atque alio tempore; unde nata est apud philosophos magna controversia de *principio individuationis*; quo sensu scilicet, corpus aliquod quandoque idem esse, quandoque aliud ab eo quod prius fuerat censendum sit, velut exempli causa, an senex idem sit homo qui erat juvenis,

PARS II. 11.

De principio individuationis.

an ab eo diversus; an diversis seculis eadem an alia fuerit civitas. Sunt qui individuitatem ponunt in unitate materiæ; sunt qui eandem in unitate formæ collocant; est etiam qui consistere eam dicit in unitate aggregati ex omnibus simul accidentibus. Pro materia militat, quod ceræ massa, sive sphærica sit, sive cubica, eadem tamen est cera, quia eadem materia. Pro forma, quod homo ab infantia usque ad senectutem, quanquam materia eadem non sit, idem tamen numero homo est; identitas enim illa cum materiæ non possit, formæ videtur attribui debere. Pro aggregato accidentium nulla instantia adduci potest; sed quoniam generato quolibet accidente novo, aliud rei nomen imponi solet, putavit is qui hanc individuitatis causam assignavit, ideo rem quoque aliam esse. Juxta sententiam primam non esset idem homo qui peccat, et qui plectitur, propter perpetuum corporis humani fluxum; nec eadem civitas quæ leges sancit, et alio seculo abrogat; quod est jura omnia humana confundere. Juxta sententiam secundam, duo corpora etiam simul existentia unum et idem numero essent; nam si navis, exempli causa, illa Thesei (de cujus, paulatim exemptis veteribus tabulis et in earum locum novis suppositis, continuo refectæ differentia sophistæ Athenienses olim disputarunt) eadem numero esset post mutatas omnes tabulas, quæ fuerat ab initio. Et si aliquis veteres tabulas, prout eximebantur, conservasset, atque ex conservatis et eodem postea ordine compactis, navim denuo fabricasset, dubium non est quin hæc eadem fuisset numero cum ea navi, quæ fuit a principio; et habuissemus duas naves easdem numero; quod est absurdissimum.

PARS II. 11.

De principio individuationis.

Juxta tertiam autem sententiam, nihil omnino idem esse quod fuerat, ita ut ne stans quidem idem homo esset qui sederat, nec eadem aqua quæ in vase est et quæ mox effunditur. Principium itaque individuationis nec semper a materia sola, nec semper a forma sola, æstimandum est.

Sed considerandum est quo nomine dicatur res quæque, quando de identitate ejus quæritur; multum enim interest quærere de Socrate, an sit idem homo, an idem sit corpus. Idem enim corpus, infans et senex, propter diversam magnitudinem esse non potest; unius enim corporis eadem semper est magnitudo; idem tamen homo esse potest. Quoties itaque nomen, sub quo quæritur an aliquid idem sit quod erat, impositum est propter materiam solam, si eadem sit materia, idem est individuum; ut aqua, dum in mari erat, eadem est, quæ postea in nube est, et idem semper corpus est, sive compactum, sive disjectum, sive congelatum, sive liquefactum. Quod si propter formam talem, quæ sit principium motus, nomen inditum sit, manente eo principio, idem erit individuum; ut idem homo erit, cujus actiones et cogitationes omnes ab uno et eodem principio (scilicet eo quod fuit in generatione) derivantur; et idem flumen, quod fluit ex uno et eodem fonte, sive eadem aqua, sive alia, sive aliud quam aqua inde fluat; et una civitas, cujus acta ab una et eadem institutione continuo derivantur, sive iidem sint in ea homines, sive alii. Denique si nomen inditum sit propter accidens aliquod, quoniam materia abeunte et accedente, accidentia pereunt et nova generantur, quæ non sunt eadem numero, identitas rei pendebit a materia; ut navis, qua

significatur materia sic figurata, eadem erit si tota materia eadem sit; sin nulla pars materiæ eadem sit, penitus diversa numero est navis; si vero pars materiæ maneat, pars abierit, erit navis partim eadem, partim diversa. PARS II. 11.

CAPUT XII.

DE QUANTITATE.

1. Quantitatis definitio.—2. Expositio quantitatis, quid sit.—3. Quibus modis exponuntur linea, superficies, et solidum.—4. Quomodo exponitur tempus.—5. Quomodo exponitur numerus.—6. Quomodo exponitur velocitas.—7. Quomodo exponitur pondus.—8. Quomodo exponitur ratio magnitudinum. 9. Quomodo exponitur ratio temporum et velocitatum.

Quantitatis definitio.

1. De dimensione quid sit, et quotuplex, dictum supra est capite 8, nimirum tres esse, lineam (sive longitudinem) superficiem, et solidum. Harum unaquæque, si sit determinata, id est, si fines seu termini ejus cogniti fiant, *quantitas* appellari solet. Per quantitatem enim intelligunt omnes id quod significatur ea voce, qua apte respondetur ad quæstionem *quantum* est. Cum ergo quoties quæritur, exempli gratia, quantum est iter, non respondetur indefinite *longitudo;* nec quærenti quantus est ager, indefinite *superficies;* nec si quærat quis quanta est moles, indefinite *solidum;* sed determinate respondetur, iter centum millium passuum, ager centum jugerum, vel moles centum pedum cubicorum, vel aliquo saltem modo, quo possit rei quæsitæ magnitudo sub certis terminis animo comprehendi. Definiri igitur *quantitas* alio modo non potest, quam ut sit *dimensio deter-*

PARS II. 12.

minata, vel *dimensio cujus termini sunt aut loco aut comparatione aliqua cogniti.*

Expositio quantitatis quid sit.

2. Determinatur autem quantitas duobus modis, altero ad sensum, quod fit per objectum sensibile, ut quando linea, superficies, vel solidum, pedale vel cubitale in materia aliqua signatum oculis objicitur, qui determinandi modus *expositionis*, et quantitas sic cognita *exposita* dicitur. Altero, ad memoriam, quod fit per comparationem cum exposita. Et primo quidem modo quærenti quanta res est, respondetur, quantam expositam vides. Secundo modo non satisfit nisi per comparationem cum exposita; nam quærenti quanta est viæ longitudo, respondetur tot millia passuum, (scilicet comparando viam cum uno passu, vel alia mensura expositione determinata, et cognita) vel ita se habere quantitatem ejus ad aliam cognitam expositione, ut diameter quadrati ad latus, vel alio aliquo simili modo; oportet autem expositam esse vel permanentem, ut quæ in materia consistente designatur, vel revocabilem ad sensum; alioqui enim comparatio cum ea institui non potest. Cum autem comparatio magnitudinis cum magnitudine per ea quæ dicta sunt capite præcedente, id ipsum sit quod vocatur ratio, manifestum est quantitatem secundo modo determinatam nihil aliud esse quam dimensionis non expositæ ad expositam ratio, hoc est, æqualitatem vel inæqualitatem ejus cum exposita comparatæ.

Quibus modis exponuntur linea, superficies, et solidum.

3. Exponuntur autem lineæ, superficies, et solida, primo per motum, eo modo quo capite octavo generari ea diximus, sed ut talis motus vestigia maneant; ut quando signantur in materia, ut linea super chartam, vel incisa in materia con-

sistente: secundo per *appositionem*, ut quando linea lineæ, id est, longitudo longitudini, latitudo latitudini, crassities crassitiei adjungitur, quod est lineam per puncta, superficiem per lineas, solidum per superficies describere; nisi quod per puncta, hoc loco lineæ valde breves, per superficies, solida tenuia intelligenda sint: tertio exponi possunt lineæ et superficies per sectiones, nimirum secando superficiem expositam fit linea, et secando solidum fit superficies. PARS II. 12.

4. Exponitur tempus, quando non solum exponitur linea quælibet, sed etiam mobile quod super eam moveatur uniformiter, vel ita moveri supponatur; nam cum tempus sit imago motus, quatenus in eo consideratur prius et posterius, hoc est, successio, non sufficit ad expositionem temporis, ut linea describatur, sed etiam ut sit in animo imaginatio alicujus mobilis per illam lineam transeuntis, idque motu uniformi, ut tempus possit dividi et componi quoties opus est. Itaque cum philosophi in demonstrationibus suis lineam designant, dicuntque *esto illa linea tempus*, ita intelligendi sunt ac si dicerent *conceptio motus uniformis per illam lineam, esto tempus.* Nam horologiorum circumferentiæ solæ, quamquam lineæ sint, tamen ad notanda tempora, nisi motus etiam umbræ vel indicis vel sit, vel supponatur, ineptæ sunt.

Quomodo exponitur tempus.

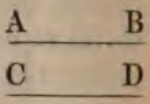
5. Exponitur numerus per expositionem punctorum, vel etiam nominum numeralium, *unum*, *duo*, *tria*, *&c.* et puncta illa quidem non debent ita sibi invicem esse contigua, ut nullis notis distinguantur, sed ita posita ut *discerni* possint. Inde enim est quod numerus vocetur quantitas *discreta*, cum

Quomodo exponitur numerus.

quantitas omnis, quæ motu designatur, *continua* dicatur. Nomina autem numeralia, ut numerum exponant, ordine et memoriter recitari debent, ut unum, duo, tria, &c. nam etsi quis dicat sic, unum, unum, unum, &c. numerum tamen nescit, nisi forte binarium aut ternarium, cujus meminisse quidem potest, sed ut figuræ cujusdam, non ut numeri.

Quomodo exponitur velocitas.

6. Ad expositionem autem velocitatis, (quæ, per definitionem, est motus quo certum spatium certo tempore percurritur,) requiritur tum ut tempus exponatur, tum etiam ut illud spatium, quod a mobili, cujus velocitatem determinare volumus, transmittendum est expositum sit, et in eo mobile moveri intelligatur. Duæ itaque lineæ exponendæ sunt, altera super quam intelligatur fieri motus uniformis, ut tempus certum sit; altera super quam velocitas æstimetur: ut si velocitatem velimus exponere mobilis A, ducemus duas lineas A B, et C D, et mobile in C quoque statuemus; tum vero dicemus velocitatem mobilis A tantam esse, ut



percurrat lineam A B eodem tempore quo mobile C percurret lineam C D motu uniformi.

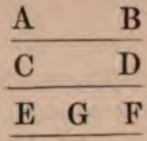
Quomodo exponitur pondus.

7. Pondus autem exponitur per quodcunque corpus grave, cujuscunque materiæ, modo sit ejusdem semper gravitatis.

Quomodo exponitur ratio magnitudinum.

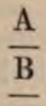
8. Ratio autem duarum magnitudinum tum exponitur quando ipsæ exponuntur magnitudines; nimirum ratio æqualium quando expositæ magnitudines sunt æquales; ratio inæqualium quando expositæ magnitudines sunt inæquales. Cum enim ratio inæqualium per cap. præcedens, articulum 5, consistat in differentia ipsarum comparata cum

utravis magnitudine, expositis autem inæqualibus, differentia quoque exposita sit, necesse est, expositis rationem habentibus, exponi quoque ipsam rationem. Similiter ratio æqualium (quæ consistit in eo, quod nulla est inter ipsas magnitudines differentia) ipsis æqualibus expositis una exponitur, exempli gratia, si lineæ expositæ A B et C D sint æquales, ratio æqualitatis exponitur, et expositis inæqualibus E F, E G, ratio exponitur tum ea quam habet E F ad E G, tum ea quam habet E G ad E F; nam et ipsæ expositæ sunt et earum differentia quæ est G F. Ratio inæqualium quantitas est; consistit enim in differentia G F quæ est quantitas. Ratio vero æqualitatis, quantitas non est, cum differentia ipsarum nulla sit, neque æqualitas æqualitate (sicut inæqualitas inæqualitate) una major est quam alia.



Quomodo exponitur ratio temporum et velocitatum.

9. Ratio autem duorum temporum, vel duarum velocitatum uniformium, tum exponitur, cum duæ lineæ exponuntur, per quas duo mobilia intelliguntur uniformiter transire. Itaque eædem duæ lineæ exhibent rationem et suam, et temporum, et velocitatum, prout considerantur pro ipsis magnitudinibus, vel pro temporibus, vel pro velocitatibus exponi; sint enim duæ lineæ expositæ A et B, exposita ergo est, per præcedentem, ipsarum ratio; deinde si considerentur ductæ æquali et uniformi velocitate, quoniam tempora majora, æqualia, aut minora sunt prout eadem spatia majori vel æquali vel minore tempore transeuntur, exhibebunt lineæ A et B æqualitatem vel inæqualitatem, id est, rationem temporum. Denique si lineæ eædem A



PARS II. 12.

et B considerentur ductæ eodem tempore, quoniam velocitates majores, æquales, vel minores sunt, prout eodem tempore majores, æquales, vel minores lineas percurrunt, exhibebunt illæ lineæ æqualitatem vel inæqualitatem (id est, rationem) suarum velocitatum.

CAPUT XIII.

DE ANALOGISMO SIVE EADEM RATIONE.

1, 2, 3, 4. Rationis arithmeticæ et geometricæ natura et definitiones.—5. Rationis ejusdem arithmeticæ definitio et proprietates aliquot.—6, 7. Analogismi seu rationis ejusdem geometricæ definitio et metamorphoses.—8, 9. Hyperlogismi, et hypologismi, id est rationis majoris et minoris, definitio et metamorphoses. 10, 11, 12. Analogarum quantitatum comparationes secundum magnitudinem.—13, 14, 15. Rationum compositiones.—16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25. Rationis continuæ definitio et proprietates.—26, 27, 28, 29. Comparatio rationis arithmeticæ et geometricæ.

[In præsenti capite nota: signum + significare, quantitates inter quas interponitur, esse compositas. Signum autem — residuum detracta posteriore a priore. Itaque A+B æquale est ambabus A et B simul; et ubi vides A—B ibi A est totum B ablatum, A—B residuum, duas autem literas conjunctas sine signo significare (nisi aliqua sit figura) unam quantitatem ductam sive multiplicatam per alteram, ut A B significat factum ex A ducta in B.]

Rationis arithmeticæ et geometricæ natura et definitiones.

1. Magnum et parvum intelligi nullo modo possunt nisi per comparationem. Illud autem cui comparantur expositum vocavimus, hoc est, magnitudinem aliquam sensibus perceptam, vel verbis ita definitam ut comprehendi animo possit. Comparatur autem unaquæque magnitudo vel ad majorem, vel ad minorem, vel ad æqualem. Ratio

itaque (quam in præcedentibus nihil aliud esse docuimus quam æstimationem sive comprehensionem magnitudinis per comparationem) triplex est, æqualitatis, quæ est æqualis ad æquale; vel excessus, quæ est majoris ad minus; vel defectus, quæ est minoris ad majus.

Rationis arithmeticæ et geometricæ natura et definitiones.

Rursus rationum harum unaquæque duplex est. Nam si quæratur de magnitudine data, quanta est, responderi potest comparando dupliciter. Primo si dicatur major vel minor esse alia, tanto ut 7 minor est 10, tribus unitatibus. Atque hæc ratio dicitur arithmetica. Secundo, si dicatur major vel minor alia, tanta ejus parte vel partibus, ut 7 minor est 10, tribus ipsius denarii partibus decimis. Quamquam autem ratio hæc non semper numeris explicari potest, est tamen ratio certa et generis a priore diversi, diciturque ratio geometrica, et plerumque simpliciter, ratio.

2. Ratio, sive ea arithmetica sit sive geometrica, exponi non potest nisi in duabus magnitudinibus, quarum prior antecedens, posterior consequens rationis nominari solet, ut ostensum est cap. præc. art. 8.

Quare si duæ rationes inter se comparandæ sint, quatuor erunt expositæ magnitudines, nempe duæ antecedentes, et duæ consequentes: nam etsi accidat quandoque ut consequens rationis prioris eadem sit cum antecedente posterioris, tamen in duplici comparatione necesse est ut bis numeretur. Itaque semper termini quatuor erunt.

3. Duarum rationum sive arithmeticarum sive geometricarum, quando utrobique magnitudines comparatæ (quæ ab Euclide def. v. lib. 6, rationum quantitates appellantur) sunt æquales, una ratio

PARS II. 13.

Rationis arithmeticæ et geometricæ natura et definitiones.

altera nec major nec minor esse potest. Non enim una æqualitas major aut minor est alia æqualitate. At duarum rationum inæqualitatis, sive eæ rationes sint excessus sive defectus, una alia potest esse vel major vel minor, vel ambæ æquales. Nam etsi sint propositæ duæ magnitudines inter se inæquales, possunt tamen esse aliæ duæ magis, aliæ duæ æque, aliæ duæ minus inter se inæquales quam ipsæ propositæ. Ex quo intelligitur rationem tam excessus, quam defectus esse quantitatem, quippe quæ suscipit magis et minus; rationem autem æqualitatis, quia non suscipit magis nec minus, quantitatem non esse. Itaque rationes inæqualitatis posse simul addi, vel unam ab alio adimi, vel inter se et per numerum multiplicari et dividi, rationes æqualitatis non item.

4. Duæ rationes æquales dicuntur communiter *ratio eadem ;* dicuntque eandem esse rationem primi antecedentis ad primum consequens, quæ secundi antecedentis ad consequens secundum. Et quatuor magnitudines ita se habentes in ratione geometrica dicuntur *proportionales*, et a quibusdam brevius, *analogismus*.

Major autem ratio est ratio majoris antecedentis ad idem consequens, vel ejusdem antecedentis ad consequens minus ; et quando major est ratio primi antecedentis ad primum consequens quam secundi antecedentis ad secundum consequens, quatuor magnitudines ita se habentes dici possunt *hyperlogismus*.

Minor ratio est ratio minoris antecedentis ad idem consequens, vel ejusdem antecedentis ad consequens majus. Quando autem minor est

ratio primi antecedentis ad primum consequens quam secundi ad secundum, quatuor magnitudines ita se habentes vocari possunt *hypologismus*.

Rationis ejusdem arithmeticæ definitio et proprietates.

5. Ratio arithmetica rationi arithmeticæ eadem est, quando unum antecedens consequens suum tanto superat, vel ab eo superatur, quanto antecedens alterum superat, vel superatur a consequente suo. Itaque in quatuor arithmetice proportionalibus summa extremorum æqualis est summæ mediorum. Nam si sint A. B :: C. D arithmetice proportionalia, sitque differentia utrobique idem excessus vel idem defectus E, erit B+C (si modo A majus sit quam B) æquale A—E+C. At A+D erit æquale A+C—E. Sed A—E+C et A+C—E sunt æqualia. Sin A quam B minus sit, erit B+C æquale A+E+C, at A+D æquale erit A+C+E. Sunt autem A+E+C, et A+C+E æqualia.

Item si sint quotcunque arithmetice continue proportionalia, summa omnium est æqualis facto ex dimidiato numero terminorum multiplicato in summam extremorum. Sint enim A. B :: C. D :: E. F arithmetice continue proportionalia, bina A+F, B+E, C+D, sunt inter se æqualia, quorum summa fit ex ductu A+F in numerum combinationum, hoc est, in semissem numeri terminorum.

Si sint quatuor magnitudines inæquales, sint autem duæ simul duabus reliquis simul æquales, maxima et minima erunt n eadem combinatione. Sint magnitudines inæquales A, B, C, D, sintque A+B æquales C+D, maxima autem omnium sit A, dico B esse omnium minimam. Sit enim, si fieri potest, utravis reliquarum, puta D, minima; quo-

PARS II. 13. niam ergo A est major quam C, et B quam D, erit A+B major quam C+D, contra hypothesin.

Si sint quatuor magnitudines quæcunque, composita ex maxima et minima, composita ex mediis, differentia maximarum, differentia minimarum, sunt arithmetice proportionales. Sint enim quatuor magnitudines, A maxima, D minima, B et C mediæ; dico A+D. B+C : : A—B. C—D esse arithmetice proportionales. Est enim differentia inter primum antecedens et suum consequens hæc, A+D—B—C, at differentia inter antecedens secundum et consequens ejus est A—B—C+D. Sed hæ duæ differentiæ sunt æquales; sunt ergo (per 5) A+D. B+C : : A—B. C—D arithmetice proportionales.

Si sint quatuor magnitudines, binæ binis æquales, erunt illæ reciproce arithmetice proportionales. Sint enim A+B, C+D æquales. Dico A, C : : D, B esse arithmetice proportionales. Nam si non sint, sint A. C : : D. E (sumendo E majorem vel minorem, quam B) proportionales, sunt ergo A+E, C+D æquales; non sunt ergo A+B, C+D æquales, quod est contra suppositum.

Analogismi seu rationis ejusdem geometricæ definitio et metamorphoses.

6. Ratio geometrica rationi geometricæ eadem est, quando causa aliqua æqualibus temporibus æqualia faciens, utramque rationem determinans eadem assignari potest.

Si punctum uniformiter motum duas describat lineas, sive eadem sive diversa velocitate, earum partes omnes contemporaneæ, hoc est, eodem tempore descriptæ, erunt binæ binis proportionales. Idque sive antecedentes sumantur in eadem, sive in diversa linea.

Sint enim (fig. 10 ad finem cap. 14) a puncto

Analogismi seu rationis ejusdem geometricæ definitio et metamorphoses.

A, moto uniformiter, descriptæ duæ lineæ A D, A G, sumanturque duæ partes A B, A E, et rursus aliæ duæ partes A C, A F, ita ut A B, A E sint contemporaneæ, atque etiam A C, A F contemporaneæ, dico primum (sumendo antecedentes A B, A C in linea A D, et consequentes A E, A F in linea A G) A B. A C : : A E. A F esse proportionales.

Quoniam enim (cap. 8. artic. 15) velocitas est motus, quo certo tempore certa percurritur longitudo sive linea, erit quantitas lineæ A B determinata a velocitate et tempore, quibus ipsa A B describitur; propter eandem causam erit quantitas lineæ A C determinata a velocitate et tempore, quibus ipsa A C describitur. Determinatur ergo ratio A B ad A C, sive illa sit ratio æqualitatis sive excessus sive defectus, a velocitatibus et temporibus, quibus ipsæ lineæ A B, A C describuntur. Cum autem motus puncti A per A B et A C sit uniformis, describuntur ambæ velocitate æquali; itaque si altera ad alteram habeat rationem majoritatis vel minoritatis, causa sola ejus rationis est differentia temporum. Eodem argumento patet quoque rationem A E ad A F determinatam esse a sola differentia temporum. Quoniam jam A B, A E, item A C, A F sunt contemporaneæ, differentia temporum in quibus describuntur A B et A C, eadem est cum differentia temporum in quibus describuntur A E et A F. Eadem ergo est causa, quæ determinat rationem A B ad A C et quæ determinat rationem A E ad A F. Sed et causa, quæ rationem utriusque sic determinat, æqualia efficit temporibus æqualibus; est enim motus uniformis. Itaque per definitionem proxime præcedentem, ratio A B ad A C, et A E ad A F est

PARS II. 13.

Analogismi seu rationis ejusdem geometricæ definitio et metamorphoses.

eadem, et proinde A B. A C :: A E. A F sunt proportionales, quod est primum.

Secundo (sumendo antecedentes in diversis lineis) dico A B. A E :: A C. A F esse proportionales; cum enim A B, A E describuntur eodem tempore, rationis quam habent inter se causa sola est differentia velocitatum quibus sunt descriptæ. Idem dicendum est de ratione A C ad A F. Sed cum utraque linea A D, A G uniformiter percurratur, eadem erit velocitatum differentia quibus describuntur A B, A E, quæ est differentia velocitatum quibus describuntur A C, A F. Eadem ergo est causa determinans rationem A B ad A E, quæ determinat rationem A C ad A F. Sunt ergo A B. A E :: A C. A F proportionales, quod restabat probandum.

Coroll. 1. Si sint quatuor proportionalia, erunt quoque permutando (hoc est transponendo terminos medios) proportionalia. Est enim ostensum non modo A B. A C :: A E. A F, sed etiam *(permutando)* A B, A E :: A C, A F esse proportionalia.

Coroll. 2. Si sint quatuor proportionalia, erunt quoque *invertendo* sive *convertendo* (id est, si fiant ex antecedentibus consequentia) proportionalia. Nam si in præcedente demonstratione pro A B, A C posuissemus inversim A C, A B, et pro A E, A F dixissemus quoque inversim A F, A E, eadem tamen mansisset demonstratio. Sunt enim tam æque veloces A C, A B, quam A B, A C, et tam contemporaneæ A C, A F, quam A F, A C.

Coroll. 3. Si proportionalia proportionalibus addantur, vel adimantur, erunt aggregata vel residua proportionalia. Contemporanea enim contemporaneis addita vel ablata faciunt aggregata

vel residua contemporanea, sive omnibus terminis, sive antecedentibus tantum, sive consequentibus solis addantur adimanturve.

Analogismi seu rationis ejusdem geometricæ definitio et metamorphoses.

Coroll. 4. Si quatuor proportionalium antecedens utrumque, vel consequens utrumque, vel omnes termini per eundem numerum vel quantitatem multiplicentur vel dividantur, quæ fiunt, erunt proportionalia. Nam proportionalium multiplicatio et divisio nihil aliud est quam additio et ablatio proportionalium.

Coroll. 5. Si sint quatuor proportionalia, etiam *componendo*, (id est sumendo pro antecedente compositum ex antecedente et consequente, et pro consequente ipsum consequens vel antecedens) erunt proportionalia. Est enim compositio hæc, additio proportionalium, nempe consequentium ad sua antecedentia, quæ sunt ex suppositione proportionalia.

Coroll. 6. Etiam si pro antecedente sit ipsum antecedens vel consequens, et pro consequente compositum ex ambobus, erunt et hæc proportionalia. Est enim rationis per compositionem inversio.

Coroll. 7. Si sint quatuor proportionalia, erunt quoque divisim, id est, sumendo reliquum detracto consequente ex antecedente, sive differentiam inter antecedens et consequens, pro antecedente, et vel totum vel ablatum pro consequente, proportionalia. Ut si sint proportionalia A. B : : C. D, divisim erunt A—B. B : : C—D. D, et A—B. A : : C—D. C, et quando consequens antecedente majus est B—A. A : : D—C. C, et B—A. B : : D—C. D: nam in his divisionibus omnibus auferuntur ab A et B, et a C et D ipsis (per ipsam analogismi A. B : : C. D suppositionem) proportionalia.

PARS II. 13.

Analogismi seu rationis ejusdem geometricæ definitio et metamorphoses.

Coroll. 8. Si fuerint quatuor proportionalia, etiam per conversam rationis (id est invertendo rationem divisam, sive sumendo totum pro antecedente et differentiam sive reliquum pro consequente) erunt proportionalia; ut si A. B : : C. D sunt proportionalia, erunt quoque A. A—B : : C. C—D, et B. A—B : : D. C—D proportionalia. Cum enim horum inversa sint proportionalia, etiam ipsa proportionalia erunt.

Coroll. 9. Si fuerint duo analogismi, quorum quantitates secunda secundæ, et quarta quartæ sunt æquales, erit sive summa sive differentia primarum ad secundam, ut summa vel differentia tertiarum ad quartam. Sint duo analogismi A. B : : C. D, et E. B : : F. D, dico A+E. B : : C+F. D esse proportionalia. Nam propositi analogismi, permutando, fiunt A. C : : B. D et E. F : : B. D; sunt ergo A. C : : E. F proportionalia, (habent enim communem rationem B ad D,) quare si ad A et C primi analogismi permutati, addantur E et F, ipsis A et C proportionalia, erunt (per Coroll. 3.) A+E. B : : C+F. D proportionalia; quod erat probandum.

Eodem modo ostendi potest etiam A—E. B : : C—F. D esse proportionalia.

7. Si sint duo analogismi, quorum quatuor antecedentia faciunt analogismum, eorum etiam consequentia faciunt analogismum. Etiam summæ antecedentium summis consequentium erunt proportionales.

Sint enim duo analogismi A. B : : C. D, et E. F : : G. H, sint autem et A. E : : C. G proportionalia, erunt ergo permutando A. C : : E. G et E. G : : F. H, et A. C : : B. D proportionalia; quare

B. D :: E. G, hoc est, B. D :: F. H et permutando B. F :: D. H, sunt proportionalia; quod est primum.

Secundo, dico A+E. B+F :: C+G. D+H esse proportionalia. Quoniam enim A. E :: C. G sunt proportionalia, erunt quoque componendo A+E. E :: C+G. G proportionalia, et permutando A+E. C+G :: E. G proportionalia, quare etiam A+E. C+G :: F. H sunt proportionalia. Rursus quoniam ostensum modo est B. F :: D. H esse proportionalia, erunt quoque componendo B+F. F :: D+H. H proportionalia, et permutando B+F. D+H :: F. H proportionalia; quare A+E. C+G :: B+F. D+H erunt proportionalia. Quod restabat probandum.

Coroll. Eodem argumento, si fuerint quotcunque analogismi, fuerintque antecedentia antecedentibus proportionalia, ostendi potest consequentia consequentibus, et summas antecedentium summis consequentium esse proportionalia.

Hyperlogismi, et hypologismi, id est rationis majoris et minoris, definitio et metamorphoses.

8. In hyperlogismo, id est, ubi major est ratio primi antecedentis ad suum consequens, quam secundi ad suum, etiam permutando, et addendo vel auferendo a proportionalibus proportionalia, item multiplicando vel dividendo per eundem numerum, item composite, et divisim, fiet semper hyperlogismus. Supponamus enim A. B :: C. D esse analogismum; item A. B :: E. F esse analogismum; eritque A+E. B :: C+F. D analogismus. Sed A+E. B :: C. D erit hyperlogismus. Permutando itaque A+E, C :: B, D est hyperlogismus, propter A. B :: C. D analogismum. Secundo, hyperlogismo A+E. B :: C. D addantur proportionalia G. H: erit A+E+G. B :: C+H. D

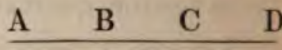
PARS II. 13.

proportionalia. Itaque (per coroll. 4. ejusdem art. 6.) 2 A. 2 C :: 3 B. 3 D erunt proportionalia; rursusque permutando erunt 2 A. 3 B :: 2 C. 3 D proportionalia. Quare (per præcedentem) si 2 A sit majus quam 3 B, etiam 2 C erit majus quam 3 D; si minus, minus; si æquale, æquale; quod erat demonstrandum.

Rationum compositiones

13. Si fuerint tres magnitudines quæcunque, vel tria quæcunque habentia inter se rationem aliquam, ut tres numeri, tria tempora, tres gradus, etc. rationes primi ad secundum, et secundi ad tertium simul sumptæ, sunt æquales rationi primi ad tertium.

Sint tres lineæ, (nam ratio quævis ad rationem linearum reduci potest) AB, AC, AD; et primum, sit ratio tam primæ A B ad secundam A C, quam secundæ A C ad tertiam A D, ratio defectus, sive minoris ad majorem. Dico rationes ambas simul A B ad A C, et A C ad A D, æquales esse rationi A B ad A D.



Supponatur punctum A moveri per totum A D uniformiter. Itaque rationes tam A B ad A C, quam A C ad A D, determinantur a differentia temporum quibus describuntur; id est, habet A B ad A C rationem illam quam diversa descriptionis tempora determinant, et A C ad A D rationem quam determinant tempora sua. Sed et ratio A B ad A D illa est, quam determinat differentia temporum quibus ipsæ A B et A D describuntur; differentia autem temporum quibus describuntur A B, A C, una cum differentia temporum quibus describuntur A C et A D, eadem est cum differentia temporum quibus describuntur AB et AD. Eadem ergo causa est, quæ determinat ambas simul

rationes A B ad A C, et A C ad A D, et quæ determinat rationem A B ad A D. Quare (per def. ejusdem rationis traditam artic. 6,) ratio A B ad A C, una cum ratione A C ad A D, eadem est cum ratione A B ad A D.

Rationum compositiones.

Secundo, sit A D prima, A C secunda, A B tertia, ut sit ratio excessus sive majoris ad minorem. Erunt, ut prius, rationes A D ad A C, et A C ad A B, et A D ad A B determinatæ a differentia temporum; quæ hic quoque tanta est in descriptione A D et A C, et in descriptione A C et A B, simul sumpta, quanta est in descriptione A D et A B: est ergo ratio A D ad A B æqualis rationibus ambabus A D ad A C et A C ad A B.

Postremo si una rationum, nempe A D ad A B, sit ratio excessus, altera A B ad A C ratio defectus, sic quoque ratio A D ad A C æqualis erit rationibus ambabus simul A D ad A B, et A B ad A C. Nam differentia temporum quibus describuntur A D, A B, est temporis excessus; nam plus temporis ponitur in describenda A D, quam A B; differentia vero temporis in describendis A B, A C est defectus, nam minus ponitur temporis in describenda A B quam A C. Sed excessus hic et defectus simul sumpti facient D B—B C, cui æqualis est D C excessus primi A D supra tertium A C; eadem ergo est causa determinans rationem primi A D ad secundum A B, cum ratione secundi A B ad tertium A C, quæ determinat rationem A D primi ad A C tertium. Quare si fuerint, &c.

Coroll. 1. Si sint quotcunque rationem habentia, ratio primi ad ultimum componitur ex rationibus primi ad secundum, secundi ad tertium, et sic deinceps, usque ad ultimum; sive eadem est ratio primi ad ultimum, quæ est summa rationum om-

Rationum compositiones.

A ad C, secundorum; et C in B in F, ad C in D in F primorum, ut B ad D, hoc est (per constructionem) ut C ad E secundorum; et ratio C in D in F, ad C in D in G primorum, ut F ad G, hoc est (per constructionem) ut E ad H secundorum. Sunt ergo prima A in B in F, C in D in G, secundis A, H proportionalia; componitur autem ratio A ad H ex rationibus A ad C, B ad D, F ad G, quare ratio factorum A in B in F, C in D in G componitur ex iisdem. Eodem modo procedetur si facta fuerit ex efficientibus quotcunque. Hinc componendi rationes plures in unam alius modus nascitur, nempe, ille qui supponitur in definitione 5, lib. 6. Euclidis, multiplicando scilicet vel ducendo omnium rationum antecedentia in se invicem, et omnia similiter consequentia. Ex quo apparet (primo loco) causa propter quam parallelogramma, quippe quæ fiunt ductu duarum rectarum in se invicem, et solida omnia quæ sic factis sunt æqualia, habere rationem compositam ex rationibus facientium. Deinde causa quare multiplicatio in se duarum vel plurium fractionum, idem sit quæ compositio rationum quas habent singuli numeratores ad singulos denominatores. Exempli causa, si hæ fractiones $\frac{1}{2}$ $\frac{2}{3}$ $\frac{3}{4}$ multiplicandæ sint in se, multiplicandi sunt primum 1, 2, 3, in se, qui faciunt 6, deinde 2, 3, 4, in se, qui faciunt 24; oriturque fractio $\frac{6}{24}$. Item si sint componendæ rationes 1 ad 2, 2 ad 3, 3 ad 4, faciendo ut in præcedente demonstratione docuimus, orietur ratio 6 ad 24.

15. Si ratio componatur cum sui ipsius inversa, composita est ratio æqualitatis.

Sit enim ratio quæcumque A ad B, ratio autem alia C ad D sit illius inversa. Componentur autem

(per Coroll. 2. artic. 13) si fiat ut C ad D, ita B ad aliud. Sed quia ratio C ad D est inversa rationis A ad B, fiet ut C ad D ita B ad A, itaque si ponantur ordine A. B. A, ratio composita ex rationibus A ad B et C ad D erit ratio A ad A, hoc est, æqualitatis. Patet hinc causa, propter quam duo facta æqualia habent efficientes reciproce proportionales. Nam ut facta sint æqualia, rationes ex quibus componantur debent esse tales, ut faciant compositæ rationem æqualitatis, quod, nisi altera alterius inversa sit, fieri non potest; nam inter A et A interponatur quodcunque, C, ordinenturque A. C. A: semper ratio posterior C ad A erit prioris A ad C inversa.

PARS II. 13.

Rationis continuæ definitio et proprietates.

16. Ratio majoris ad minus per numerum multiplicari dicitur, quando ipsi aliquot rationes æquales sive eædem sibi adduntur; nam multiplicatio nihil aliud est quam æqualium repetita additio. Itaque si rationi alia ratio addatur ipsi æqualis, fient tres quantitates, quarum ratio primæ ad ultimam dupla est primæ ad secundam; sin primæ rationi duæ æquales ipsi addantur, erunt quatuor quantitates, in quibus ratio primæ ad ultimam tripla erit primæ ad secundam, et sic deinceps. Sed ad evitandam confusionem quæ oriri ex eo potest, quod ratio 2 ad 1 vocatur dupla, et 3 ad 1 tripla, &c., solent plerique pro ratione dupla, tripla, &c., dicere duplicatam, triplicatam, et sic deinceps. Quod si ratio detur minoris ad majus, rationesque aliquot addantur ipsi æquales, non multiplicari proprie, sed submultiplicari dicitur; nam cum sit ratio defectus, defectus autem multiplicati faciant semper minorem rationem, tanto minor erit ratio quanto pluries multiplicatur; itaque quando additur

PARS II. 13.

Rationis continuæ definitio et proprietates.

primæ rationi altera, ratio primæ quantitatis ad tertiam semissis est rationis primæ ad secundam; quando rursus additur his tertia, ratio primæ quantitatis ad quartam triens est rationis primæ ad secundam, &c. Sed pro semisse, triente, &c., vulgo dicitur ratio subduplicata, subtriplicata, &c.

Ubi vero hujusmodi fiunt rationum æqualium additiones, dicuntur earum quantitates esse in ratione continua vel continue proportionales.

Dividitur autem ratio per numerum, quando inter rationis quantitates interponuntur mediæ in ratione continua, nempe dividitur per 2, quando una media interjicitur, per 3, quando interjiciuntur mediæ duæ, et sic in infinitum.

17. Si sint quantitates quotcunque, quarum numerus est impar, incipiendo autem a media omnes ab ea utrinque sint in ratione continua, ratio duarum, quæ mediæ proxime utrinque adstant, rationis duarum, illis rursus utrinque astantium, est subduplicata, et rationis duarum uno rursus loco remotiorum subtriplicata, &c. Sint enim magnitudines, C, B, A, D, E, sintque tam A, B, C, quam A, D, E continue proportionales, dico rationem D ad B subduplicatam esse rationis E ad C. Componitur enim ratio D ad B ex rationibus D ad A et A ad B semel sumptis; at ratio E ad C componitur ex iisdem bis sumptis; est ergo ratio D ad B rationis E ad C subduplicata. Eodem prorsus modo, si tres essent utrinque termini, ostenderetur ratio D ad B rationis extremorum esse subtriplicata, &c.

18. Si sint quotcunque continue proportionalia, primum, secundum, tertium, &c., erunt illa suis differentiis proportionalia; nam secundum, tertium

Rationis continuæ definitio et proprietates.

et sequentium unumquodque est prioris rationis consequens, idemque posterioris antecedens: sed (per artic. 10,) differentia primi antecedentis et consequentis est ad differentiam secundi antecedentis et consequentis ut primum antecedens ad secundum antecedens, hoc est, in continue proportionalibus ut primus terminus ad secundum, sive ut secundus ad tertium, &c.

19. Si sint tria continue proportionalia, summa extremorum una cum medio bis, summa medii et utriusvis extremi, et idem illud extremum, erunt continue proportionalia.

Sint enim A. B. C continue proportionalia; quoniam ergo A. B :: B. C sunt proportionalia, erunt componendo A+B. B :: B+C. C proportionalia, et permutando A+B. B+C :: B. C, proportionalia, et rursus componendo A + 2 B + C. B+C :: B+C. C; quod erat probandum.

20. In quatuor continue proportionalibus, maximum et minimum simul majus est quam duæ reliquæ simul. Sint continue proportionalia A. B :: C. D. quorum maximum sit A, minimum D, dico A+D majus esse quam B+C. Sunt enim A–B. C—D :: A. C proportionalia (per art. 10); itaque A—B majus est (per art. 11) quam C—D; adde utrobique B, eritque A majus quam C+B−D, rursus adde utrinque D, eritque A+D majus quam C+B; quod erat probandum.

21. Si sint quatuor proportionalia, erit factum ab extremis in se, æquale facto ex mediis in se. Sint enim A, B :: C, D proportionalia. Dico A in D æquale esse facto ex B in C. Componitur enim ratio A in D, ad B in C, ex rationibus (per art. 14) A ad B et D ad C, hoc est, B ad A et ipsius inversa;

PARS II. 13.

Rationis continuæ definitio et proprietates.

est ergo ratio composita (per artic. 15,) ratio æqualitatis; quare ratio A in D ad B in C est ratio æqualitatis: sunt ergo æqualia.

22. Si sint quatuor quantitates, sitque ratio primæ ad secundam duplicata rationis, quam habet tertia ad quartam, erit factum ab extremis ad factum ex mediis ut tertia ad quartam.

Sint enim quatuor quantitates A. B. C. D. Sitque ratio A ad B duplicata rationis C ad D; dico A D, id est factum ex A in D, esse ad B C, seu factum ex mediis, ut C ad D.

Quoniam enim ratio A ad B duplicata est rationis C ad D, si fiat ut C ad D ita D ad aliud, E, erunt A. B : : C. E proportionalia; nam ratio A ad B est (per hypothesin) duplicata rationis C ad D, et C ad E duplicata est ejusdem C ad D, per definitionem (artic. 16), quare (per præcedentem) A E sive A in E, æquale est B C sive B in C, sed A D est ad A E (per coroll. 4, artic. 6) ut D ad E, sive ut C ad D, est ergo A D ad B C (quod ostensum est ipsi A E æquale) ut C ad D; quod erat probandum.

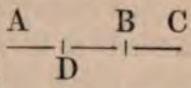
Porro si ratio primæ A ad secundam B triplicata sit rationis quam habet tertia C ad quartam D, erit factum ab extremis ad factum ex mediis in duplicata ratione tertiæ ad quartam; nam si fiat ut C ad D, ita D ad E, et rursus ut D ad E, ita E ad F, erit ratio C ad F triplicata rationis C ad D, et proinde A. B : : C. F erunt proportionalia, et A F erit æquale B C; sed ut A D ad A F ita D ad F, quare etiam ut A D ad B C, ita D ad F, hoc est ita C ad E; sed ratio C ad E est duplicata rationis C ad D, quare etiam ratio A D ad B C est duplicata rationis C ad D, quod erat propositum.

PARS II. 13.

Rationis continuæ definitio et proprietates.

23. Si sint quatuor proportionalia, interponantur autem tam inter primum et secundum, quam inter tertium et quartum medium proportionale, erit medium ad medium ut primum ad tertium, sive ut secundum ad quartum. Sint enim A. B :: C. D proportionalia, interponanturque inter A et B medium E, et inter C et D medium F. Dico A. C :: E. F esse proportionalia. Ratio enim A ad E subduplicata est rationis A ad B sive C ad D. Etiam C ad F subduplicata est rationis C ad D. Sunt ergo A. E :: C. F proportionalia, et permutando A. C :: E. F sunt proportionalia, quod erat probandum.

24. Dividi dicitur aliquid in extremam et mediam rationem, quando totum et partes sunt in ratione continua. Exempli causa, quando A+B. A. B. sunt continue proportionales, vel recta A C ita divisa sit in B, ut A C, A B, B C sint in ratione continua. Quod si eadem A C divisa rursus fuerit in D, ut sint



A C, C D, A D continue proportionales, erunt A C, A B, A D continue proportionales, et recurrendo, C A, C D, C B; quod in linea aliter secta fieri non potest.

25. Si sint tria continue proportionalia, et rursus alia tria continue proportionalia, habentia medium terminum eundem, erunt extrema reciproce proportionalia.

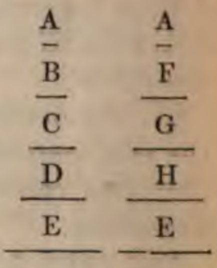
Sint enim A, B, C, et rursus D, B, E continue proportionalia, erunt quoque A. D :: E. C proportionalia; nam ratio A ad D componitur ex rationibus A ad B et B ad D, et ratio E ad C componitur ex rationibus E ad B, hoc est B ad D, et B ad C,

PARS II. 13.

hoc est A ad B; quare ex æquo per rationem perturbatam erunt A. D : : E. C proportionalia.

Rationis arithmeticæ et geometricæ comparatio.

26. Si fuerint inter eadem extrema, sed inter se inæqualia, interposita quotcunque media, tam in geometrica quam in arithmetica ratione, totidem utrobique, singula media rationis geometricæ erunt singulis mediis rationis arithmeticæ minora. Sint enim inter A minimum et E maximum interposita in ratione geometrica, verbi gratia, tria media B, C, D; et in ratione arithmetica totidem F, G, H; dico B quam F, C quam G, D quam H minus esse. Est enim, primum, differentia inter A et F eadem quæ inter F et G sive G et H (propter rationem arithmeticam); ideoque differentia inter singula proxima proportionalia est differentiæ extremorum, ubi unicum est medium, semissis; ubi duo, triens; ubi tria, quadrans, &c. in hoc exemplo ergo est quadrans. At differentia inter D et E (per art. 17) est plus quam quadrans differentiæ extremorum, propter rationem geometricam, differentia ergo inter A et D minor est quam tres quadrantes ejusdem differentiæ extremorum. Similiter si intelligatur differentia inter A et D divisa in tres partes æquales, ostendetur differentiam inter A et C minorem esse quam duos quadrantes differentiæ extremorum A et E, et denique, dividendo differentiam inter A et C bifariam, inter A et B minorem esse quadrante differentiæ extremorum A et E.



His consideratis, erit B (hoc est, A, una cum alio quodam, quod minus est quadrante differentiæ

Rationis arithmeticæ et geometricæ comparatio.

extremorum A et E) minus quam F, hoc est, quam idem A una cum alio quod æquale est quadranti prædicto. Item C, hoc est, A una cum minore quam sunt duo quadrantes dictæ differentiæ minus erit quam G, hoc est, quam A una cum dictis duobus quadrantibus integris. Denique D, quod superat A minus quam tribus quadrantibus dictæ differentiæ, erit minus quam H quod superat A tribus quadrantibus dictæ differentiæ integris. Eodem modo procederetur si essent quatuor media, nisi quod pro differentiæ extremorum quadrantibus sumendæ essent partes quintæ, et sic deinceps.

27. Lemma. Si eidem quantitati quantitas aliqua tum dematur tum addatur, et rursus alia; major erit ratio residui ad compositum, ubi demitur et additur minus quam ubi majus. Quantitati A dematur et addatur B ut sit A—B residuum, A+B compositum, rursus sumpto C majore quam B, et sit A—C residuum, A+C compositum ; dico A—B. A+B :: A—C. A+C esse hyperlogismum; nam A—B. A :: A—C. A est hyperlogismus majoris antecedentis ad idem consequens; itaque A—B. A+B :: A—C. A+C multo major hyperlogismus est, majoris scilicet antecedentis ad consequens minus.

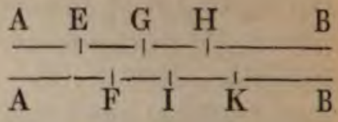
28. Si fuerint duæ quantitates æquales, a quibus ablatæ sunt partes inæquales, inter totum autem et partem utrobique interponantur mediæ, una in ratione geometrica, altera in arithmetica; differentia inter duas medias major erit, ubi major est differentia totius et partis.

Sint enim duæ quantitates æquales A B et A B, a quibus ablatæ sint partes inæquales A E minor,

PARS II. 13.

Rationis arithmeticæ et geometricæ comparatio.

A F major, interponatur autem inter A B, A E, media geometrice A G, et media arithmetice A H. Et inter A B, A F, ponatur media geometrice A I, arithmetice A K. Dico H G majorem esse quam K I.



Habemus enim primum analogismum hunc	A B. A G :: B G. G E per artic. 18.
Deinde fit componendo secundus	A B + A G. A B :: B E. B G.
Et sumendo antecedentium dimidia tertius	½ A B + ½ A G. A B :: B H. B G.
Et convertendo quartus . .	A B. ½ A B + ½ A G :: B G. B H.
Et dividendo quintus . . .	½ A B — ½ A G. ½ A B + ½ A G :: H G. B H.
Et duplicando primum antecedens et primum consequens	A B — A G. A B + A G :: H G. B H.
Sed eadem methodo ostendi potest analogismus hic . .	A B — A I. A B + A I :: K I. B K.

Quoniam jam major est ratio A B ad A E, quam A B ad A F, ratio A B ad A G, semissis rationis majoris, major est quam ratio A B ad A I, semissis rationis minoris; et propterea major est A I quam A G; quare ratio A B — A G ad A B + A G (per lemma præcedens) major erit quam ratio A B — A I ad A B + A I. Itaque et ratio H G ad B H major erit quam ratio K I ad B K, multo autem major quam ratio K I ad B H majorem quam B K, (nam B H semissis est B E, cum B K sit semissis B F, per suppositionem, minoris quam B E); major ergo est H G quam K I, quod erat probandum.

Coroll. Manifestum hinc est quod si quantitas aliqua divisa supponatur in partes æquales, numero infinitas, differentiam intermediam arithmeticam et geometricam fore infinite parvam, id est nullam.

Atque ex hoc præcipue fundamento videtur orta esse ars construendi numeros illos quos vocant Logarithmos.

Rationis arithmeticæ et geometricæ comparatio.

29. Si fuerint quantitates quotcunque et utcunque inæquales vel æquales inter se, fueritque alia quædam quantitas, quæ, toties sumpta quot sunt illæ quantitates propositæ, omnibus illis fuerit æqualis, quantitas illa propositarum omnium simul *media* dicitur Arithmetica.

CAPUT XIV.

DE RECTO, CURVO, ANGULO, ET FIGURA.

1 Rectæ lineæ definitio et proprietates.—2. Superficiei planæ definitio et proprietates.—3. Curvarum linearum species.—4. Circularis lineæ definitio et proprietates.—5. Rectæ lineæ ut in plano proprietates.—6. Linearum contingentium definitio.—7. Anguli definitio et species.—8. Anguli ejusdem arcus in circulis concentricis sunt ut circulorum perimetri.—9. Quantitas anguli in quo consistit.—10. Anguli simpliciter dicti divisio.—11. De rectis a centro circuli ad contingentem.—12. Parallelarum universalis definitio, et parallelarum rectarum proprietates.—13. Circulorum perimetri inter se sunt ut diametri.—14. In triangulis, rectas bases parallelas esse ut laterum partes a vertice abscissæ.—15. Quali rectæ lineæ fractione fit circuli circumferentia.—16. Angulum contingentiæ quantitatem esse, sed angulo simpliciter dicto heterogeneam, nec ei quicquam addere aut adimere posse.—17. Planorum inclinationem esse angulum simpliciter dictum.—18. Angulus solidus, quid.—19. Natura asymptotōn quæ sit.—20. Situs quibus rebus determinetur.—21. Situs similis quis, figura quid, et figuræ similes, quæ sint.

Rectæ lineæ definitio et proprietates.

1. Linea inter duo puncta *minima* est, *cujus puncta extrema, salva quantitate, id est, salva ratione ejus ad aliam quamlibet datam, diduci non pos-*

PARS II. 14.

Rectæ lineæ definitio et proprietates.

sunt. Magnitudo enim lineæ ex maxima quæ esse potest terminorum distantia æstimatur. Ita ut ejusdem lineæ, sive ea extensa, sive incurvata sit, eadem semper sit longitudo, quia distantia terminorum maxima est semper eadem.

Et quoniam actio, qua lineam ex recta curvam, vel contra ex curva rectam facimus, alia non est quam adductio vel diductio terminorum ejus, recte definiemus lineam *curvam esse eam, cujus terminos diduci posse intelligimus, rectam* autem *cujus termini diduci intelligi non possunt ;* et comparate, *magis curvam* esse (modo longitudo sit æqualis) eam cujus termini magis diduci possunt. In omni autem linearum curvatione fit sinus quidam sive cavitas, quæ quandoque ad unam partem, quandoque ad aliam spectat, adeo ut eadem curva possit habere cavitatem suam omnem ad easdem partes, vel partim ad unam, partim ad contrarias spectantem.

Quibus rebus intellectis, intelliguntur simul rectæ et curvæ comparationes quæ sequuntur.

I. Si rectæ et curvæ termini ambo sint communes, curvam recta majorem esse. Diductis enim curvæ extremis quantum fieri potest, fiet ex curva recta, cujus pars erit ea quæ a principio recta erat ; ideoque minor erat recta quam curva ipsi contermina. Propter eandem causam, curvarum etiam terminos ambos habentium communes (si cavitas utriusque omnis easdem partes spectet) major erit ea quæ exterior est.

II. Rectam et curvam in nulla omnino, ne minima quidem parte, congruere posse ; quia si congruerent, haberent recta et curva aliqua, ambo extrema puncta communia, simulque propter

congruentiam æquales inter se essent; quod jam ostensum est fieri non posse.

III. Inter duo puncta data, rectam unicam intelligi posse. Quia inter eadem puncta intelligi non possunt duæ longitudines sive intervalla minima. Nam si una earum minima sit, altera cum ea vel coincidit, et fient una recta, vel si non coincidat, per extensionem ad rectam applicata eosdem terminos non habebit, sed diductiores, et proinde a principio curva erat.

IV. Quod duæ rectæ superficiem non includunt sequitur ex 3. Nam si utrumque terminum communem habent, coincidunt; si unum tantum, vel neutrum, superficiem non claudunt, sed eam relinquunt ex parte disjunctorum terminorum apertam et interminatam.

V. Quod omnis pars rectæ est recta, quia cum unaquæque pars rectæ minima est, quæ inter suos terminos duci potest, nisi omnes partes constituerent unam rectam, essent omnes simul tota majores.

Superficiei planæ definitio et proprietates.

2. Planum sive *superficies plana ea est, quæ describitur a linea recta ita mota ut singula ejus puncta singulas describant lineas rectas.* Itaque recta linea necessario tota jacet in eo plano quod ab ipsa describitur. Etiam rectæ omnes, quas singula puncta rectæ planum describentis faciunt, in eodem plano sunt. Præterea si linea quæcunque in plano moveatur, omnes lineæ, quæ ab ipsa describuntur, in eodem plano erunt. Superficies cæteræ quæ planæ non sunt, *curvæ* vel *gibbæ* dici solent.

Sunt autem superficierum planæ et curvæ com-

PARS II. 14.

parationes eædem quæ linearum rectæ et curvæ. Nam

I. Si planum et gibbum iisdem terminentur lineis, gibbum plano majus est. Quia si lineæ, ex quibus constant, extendi intelligantur, intelligetur eas, quæ in gibbo sunt, longiores esse quam illæ, quæ sunt in plano, quæ propter rectitudinem extendi non possunt.

II. Planum et continuo gibbum ne in minima quidem parte congruere. Essent enim, si congruerent, æquales, imo eadem superficies plana et curva esset, quod est impossibile.

III. Inter eosdem undiquaque terminos unica esse potest superficies plana; nam unica potest esse minima.

IV. Duæ superficies planæ solidum non includunt, nam si eosdem ubique terminos habeant, unica fit superficies, si non habent relinquitur hiatus.

V. Omnis pars plani est plana, nam cum tota superficies plana minima est superficierum omnium eosdem undiquaque habentium terminos, et unaquæque etiam pars minima omnium superficierum habentium eosdem undiquaque terminos cum illa parte, nisi omnis pars plana esset, non essent omnes plani partes, simul sumptæ, toti æquales.

Curvarum linearum species.

3. Rectitudinis sive in lineis sive in superficiebus, una est species, curvitatis autem plures; nam curvarum, aliæ *congruæ* sunt, id est, quæ mutuo sibi applicatæ coincidunt; aliæ *incongruæ*. Rursus aliæ ὁμοιομερεῖς sive uniformes sunt, id est, quarum partes æquales utcunque sumptæ sunt congruæ; aliæ ἀνομοιομερεῖς, sive pluri-formes. Præterea curvarum aliæ sunt *continuo curvæ*, aliæ *partes habent non curvas*.

Circularis lineæ definitio et proprietates.

4. Si recta linea in plano existens ita moveatur, ut, manente uno termino, tota simul circumferatur, donec redeat in locum unde moveri cœperat, descripta erit superficies plana undiquaque terminata a linea curva, ea scilicet quam describit terminus circumlatus. Vocatur autem ea superficies *circulus ;* et punctum immotum circuli illius *centrum ;* linea autem curva, circulum terminans, circuli *perimeter ;* et pars ejus quælibet, *circumferentia* et *arcus.* Recta generans *semidiameter*, et *radius ;* recta per centrum, terminata utrinque in circumferentia, *diameter* appellatur. Præterea radii describentis circulum unumquodque punctum perimetrum eodem tempore describit propriam, terminantem circulum proprium, qui cæteris omnibus (quoniam commune cum illis habet centrum) dicitur *concentricus.*

I. Itaque in circulo omnes rectæ a centro ad circumferentiam sunt æquales ; nam singulæ coincidunt cum eodem radio generante.

II. Et diameter dividit tum perimetrum, tum circulum ipsum in duas partes æquales. Si enim duæ illæ partes sibi mutuo applicentur, cum habeant diametrum communem, si semiperimeter altera alteri congruit, æquales sunt, tum ipsæ, tum etiam semicirculi, quia congruent et illi ; si semiperimetri non congruent, recta aliqua eadem a centro (quod in diametro est) ab iis secabitur in duobus punctis, itaque, quum a centro ad circumferentiam rectæ omnes sint æquales, erit ejusdem rectæ pars æqualis toti ; quod est impossibile.

III. Propter eandem causam erit perimeter circuli uniformis, id est, pars ejus quælibet cuilibet parti sibi æquali congruet.

PARS II. 14.

Rectæ lineæ ut in plano proprietates.

5. Præterea colligitur hinc lineæ rectæ proprietas hæc; nempe, si termini ejus in aliquo existant plano, etiam totam in eodem plano esse. Nam cum duo ejus termini in plano sint, recta, quæ planum ipsum describit, transibit per utrumque terminum; sumpto autem utrovis puncto pro centro, intervallo dictorum terminorum descripta circumferentia, cujus radius est recta quæ planum describit, per alterum terminum transibit. Est ergo inter duos terminos propositos recta una (ex definitione circuli,) tota in plano proposito. Si ergo alia recta inter eosdem terminos duci posset, quæ in eo plano non esset, possent inter eadem puncta duci duæ lineæ rectæ; quod ostensum est esse impossibile.

Colligitur etiam, si duo plana se mutuo secuerint, communem sectionem esse lineam rectam. Nam duo sectionis termini sunt in utroque plano secante, et inter ipsos duci potest linea recta; sed recta inter duo puncta in eodem est plano cum ipsis punctis, quæ cum sint in utroque plano, etiam recta illa in utroque erit, et propterea est eorum communis sectio. Omnis autem alia linea inter eadem puncta, cum ea coincidet, id est, eadem erit, vel non coincidet et proinde extra alterum vel utrumque planum ibit.

Intelligi facile potest, ut sicut recta circa punctum immotum ut centrum, ita planum circa immotam lineam rectam ut axem, circumduci posse. Ex quo manifestum est, quælibet tria puncta in eodem esse aliquo plano. Nam duo puncta quælibet, si recta connectantur, sunt in eodem plano in quo est ipsa recta. Si igitur planum illud super illam rectam circumducatur, excipiet revolvendo

punctum quodlibet tertium ubicunque positum; itaque erunt omnia in eodem plano, et proinde etiam tres rectæ quæ ipsa connectunt.

Definitio linearum contingentium.

6. Duæ lineæ *contingere* se mutuo dicuntur, *quæ cum ad idem punctum ducantur, quantumvis tamen productæ (productæ dico eodem modo quo sunt generatæ) altera alteram non secabit*. Itaque duæ rectæ, si se mutuo contingant, per totam ipsarum longitudinem contiguæ erunt. Idem facient duæ lineæ continue curvæ, si et congruæ sint, et prout congruæ sunt ita una alteri admoveatur; alioqui, sicut et curvæ omnes incongruæ, non contingent se mutuo, nisi in uno tantum puncto; id quod ex eo manifestum est, quod continue curva cum recta congruere non potest; nam si posset, eadem linea et recta esset et curva. Præterea recta quæ curvam contingit, si tantillum super puncto contactus circumferatur, curvam secabit; nam in uno tantum puncto contingens, si inclinet ad utramvis partem, plus quam tanget, hoc est, congruet vel secabit; at prius non potest, ergo secabit.

Anguli definitio et species.

7. *Angulus* generalissime dictus est, *quando duæ lineæ, vel plures superficies in uno solo puncto concurrentes, cætera divergentes sunt, divergentiæ illius quantitas*. Species autem anguli primum duæ sunt: vel enim a concurrentibus fit lineis, tunc *angulus superficialis* est, vel ex concurrentibus superficiebus, qui vocatur angulus solidus.

Rursus superficialium angulorum pro duobus modis, quibus divergentia duarum linearum fieri potest, duæ sunt species. Nam applicatis sibi mutuo duabus rectis ut per totam longitudinem contiguæ sint, potest una ab alia, manente con-

PARS II. 14.

cursu in uno puncto, distrahi vel motu circulari, cujus centrum est ipsum concursus punctum, ita ut maneat earum rectitudo; et hujus distractionis sive divergentiæ quantitas vocari solet simpliciter *angulus:* vel potest distrahi per continuam flexionem sive curvationem in omni ejus puncto imaginabili; distractionis autem hujus quantitas vocatur *angulus contingentiæ.*

Præterea angulorum superficialium simpliciter dictorum, qui in plana superficie sunt, plani sunt; qui in alia superficie sunt, ab illa denominantur.

Postremo qui rectis continentur lineis, rectilinei; qui curvis, anguli curvilinei sunt; qui recta et curva continentur, mixti.

Anguli ejusdem arcus in circulis concentricis sunt ut circulorum perimetri.

8. Duorum circulorum concentricorum arcus duo, inter duos radios intercepti, habent inter se eandem rationem, quam habent perimetri totæ.

Sint enim (fig. 1) centro A descripti duo circuli B C D, E F G. Inter radios autem A E B, A F C, intercepti sint arcus B C, et E F; dico rationem B C arcus ad E F arcum eandem esse, quam habet C B D perimeter ad E F G perimetrum. Intelligatur enim radius A F C moveri motu circulari super centro A uniformi, id est, velocitate ubique eadem; describet punctum C in certo tempore perimetrum C B D, et in parte ejus temporis arcum C B, et quoniam velocitates sunt æquales quibus et arcus et perimeter tota describuntur, ratio magnitudinis perimetri C B D ad magnitudinem arcus C B determinatur a sola differentia temporum; similiter probabitur quod ratio magnitudinis perimetri F E G ad magnitudinem arcus F E determinatur a sola temporum differentia, quibus perimeter et arcus ille describuntur. At

eodem tempore describuntur ambæ perimetri, et eodem tempore ambo arcus; est ergo ratio perimetri C B D ad arcum C B, et perimetri F E G ad arcum F E determinata ab eadem causa; sunt ergo C B D. C B : : F E G. F E proportionales (per artic. 6, cap. præcedentis) et permutando C B D. F E G : : C B. F E sunt proportionales. Quod erat demonstrandum. PARS II. 14.

Quantitas anguli in quo consistit.

9. Ad quantitatem anguli neque longitudo neque æqualitas aut inæqualitas linearum, quæ angulum comprehendunt, quicquam faciunt; idem enim angulus est, qui comprehenditur inter A B et A C, cum eo qui comprehenditur inter A E et A F, vel inter A B et A F. Neque quantitas absoluta arcus, cui angulus subtenditur, angulum auget aut diminuit, quia eidem angulo subtenditur tum arcus B C major, tum etiam arcus E F minor; quantitas enim anguli ex quantitatis arcus cum perimetri totius quantitate comparatione æstimatur. Itaque quantitatem anguli simpliciter dicti sic definiemus :

Quantitas anguli est *quantitas arcus sive circumferentiæ circuli, determinata per rationem ejus ad totam perimetrum.* Tantus itaque est angulus, quanta portio est totius perimetri arcus inter duas rectas e centro interceptus. Ex quo intelligitur, dum lineæ angulum continentes sunt ambæ rectæ, quantitatem anguli in qualibet distantia a centro sumi posse; quod si altera linearum angulum continentium, vel utraque curva sit, anguli quantitas in minima a centro sive a concursu distantia æstimanda est; nam minima distantia (quia linea curva intelligi nulla potest, qua recta non sit minor) tanquam recta linea conside-

PARS II. 14.

randa est. Quamquam autem minima recta dari non potest, sed semper dividi, pervenietur tamen ad partem non considerandam, id quod vocamus punctum; quod punctum jacere intelligitur in recta, quæ curvam contingit, propterea quod angulus genitus est per motum circularem, rectam ab alia recta ipsam contingente (ut supra Articulo 7, diximus) distrahentem. Angulus igitur, quem faciunt duæ lineæ curvæ, idem est cum eo quem faciunt earum rectæ contingentes.

Unde sequitur angulos verticales (fig. 2) esse inter se æquales, quales sunt A B C, D B F. Nam ex duabus semiperimetris D A C, F D A inter se æqualibus auferatur communis arcus D A, restabunt arcus A C, D F æquales.

Anguli simpliciter dicti divisio.

10. Angulus autem alius *rectus*, alius *obliquus* dicitur. Rectus quidem *cujus quantitas est quarta pars perimetri:* lineæque, quæ angulum rectum faciunt, dicuntur sibi invicem *perpendiculares*. Obliquorum, qui recto major est, *obtusus;* qui minor, *acutus* appellatur. Ex quo intelligitur omnes angulos possibiles ad idem punctum constitutos, simul sumptos, æquales esse quatuor rectis; quia quantitas eorum simul sumptorum est perimeter tota: etiam, omnes angulos ad idem punctum et ad easdem partes rectæ, in qua punctum illud positum est, esse æquales duobus angulis rectis; quia recta illa diameter erit circuli, a cujus circumferentia quantitas anguli determinatur, diameter autem perimetrum in duas partes dividit æquales.

De rectis a centro circuli ad contingentem.

11. Si contingens fiat diameter circuli cujus centrum sit punctum contactus, recta e centro circuli prioris ad centrum posterioris ducta faciet duos angulos cum contingente (hoc est cum dia-

metro circuli posterioris) duobus rectis (per art. 10) æquales. Et quoniam contingens æqualiter (art. 6) utrinque ad circulum inclinatur, utervis angulus rectus est, et semidiameter ad contingentem sui circuli perpendicularis.

Eadem semidiameter rectarum omnium, quæ a centro ad contingentem duci possunt, minima est. Est enim ea semidiameter; sed alia omnis, ut ad contingentem pertrahi possit, circulo egredietur, et proinde semidiametro major est. Similiter rectarum a centro usque ad contingentem euntium ea, quæ cum perpendiculari majorem facit angulum, major est: quod quidem, descripto alio circulo, centro quidem eodem, semidiametro vero quanta est longitudo rectæ perpendiculari propioris, ductaque ad ipsam perpendiculari (id est, contingente), fiet manifestum.

Quapropter manifestum etiam est, quæ æqualibus angulis a perpendiculari utrinque discedunt rectæ, eas ad contingentem usque productas æquales esse.

Parallelarum universalis definitio, et parallelarum rectarum proprietates.

12. Parallelarum rectarum definitionem aliquam habemus apud Euclidem, sed parallelarum in universum definitionem nusquam invenio. Itaque earum definitio universalis esto hæc: duæ *lineæ quæcunque* (sive rectæ sive curvæ) atque etiam duæ superficies, *parallelæ sunt, in quas duæ lineæ rectæ ubicunque incidentes, facientesque cum utravis ipsarum ad easdem partes angulos æquales, sunt inter se æquales*; cujus definitionis consectaria sunt:

I. Duas rectas, in duas alias rectas sed parallelas incidentes intercipientesque in utraque partes æquales, ipsas quoque esse æquales, et parallelas; ut si (in fig. 3) A B, C D incidant in

PARS II. 14.

Parallelarum universalis definitio, et parallelarum rectarum proprietates.

parallelas A C, B D, sintque A C, B D æquales, erunt quoque A B, C D æquales et parallelæ. Ductis enim perpendicularibus B E. D F, erunt anguli E B D, F D H recti æquales; quare, cum E F, B D sint parallelæ, erunt anguli E B A, F D C æquales; jam recta D C rectæ B A non sit æqualis; ducatur a puncto D quæcunque alia quæ ipsi B A æqualis sit; ea vero non cadet in punctum C, cadat ergo in G, major ergo vel minor est A G quam B D; non erunt ergo anguli E B A, F D C æquales, ut erat suppositum. Sunt ergo A B, C D æquales; quod est primum. Et faciunt (per art. II) angulos cum perpendicularibus E B, D F æquales, quare angulus C D H æqualis est angulo A B D; et per allatam parallelarum definitionem, erunt B A, C D parallelæ; quod est secundum. Planum autem, quod duabus utrinque parallelis inclusum est, parallelogrammum vocatur.

Coroll. Ostensum est jam angulos A B D, C D H esse æquales, id est, rectam (ut B H) incidentem in duas parallelas (ut A B, C D) facere angulum internum A B D æqualem externo et opposito C D H.

II. Atque hinc rursus sequitur angulos alternos quos efficit recta incidens in duas parallelas, æquales esse, hoc est, (in fig. 4) angulum A G F æqualem esse angulo G F D. Cum enim G F D æqualis sit externo opposito E G B, æqualis quoque erit verticali ejus A G F, qui est ipsi G F D alternus.

III. Angulos internos ad easdem partes incidentis F G æquales esse duobus rectis. Nam anguli ad F, nempe G F C, G F D æquales sunt duobus rectis, sed angulo G F D æqualis est

alternus A G F, quare ambo G F C, A G F, qui sunt interni ad easdem partes incidentis F G, duobus rectis æquales erunt.

Parallelarum universalis definitio, et parallelarum rectarum proprietates.

IV. Trianguli plani rectilinei tres anguli simul sumpti duobus rectis æquales sunt, et, producto quolibet latere, angulus externus duobus internis oppositis erit æqualis. Nam lateri cuivis A B (fig. 5) per trianguli plani A B C verticem ducatur parallela, anguli A et B erunt alternis suis F, E æquales, et angulus C est communis. Sed tres anguli E, C, F (per art. 10) æquales sunt duobus rectis; quare et tres anguli trianguli æquales sunt iisdem; quod est primum. Deinde duo anguli B, D æquales sunt duobus rectis (art. 10); ablata ergo B, restabunt anguli A, C, æquales angulo D; quod est secundum.

V. Si anguli A et B sunt inter se æquales, etiam latera A C, C B æqualia erunt, quia A B, E F sunt parallelæ. Et contra, si A C, C B latera sunt æqualia, erunt anguli A, B æquales; nam si non sunt æquales, sint anguli B, G æquales; quoniam ergo G B, E F sunt parallelæ, et anguli G, B æquales, erunt G C, C B rectæ æquales, et quia ponuntur æquales C B, A C, erunt C G, C A rectæ æquales, quod fieri non potest (per art. 11).

VI. Ex quo intelligitur duos circuli radios recta connexos facere cum connectente angulos utrinque æquales, adjectoque segmento circuli cujus subtensa sit eadem recta radiorum terminos connectens, etiam duos angulos, quos radii illi cum circumferentia faciunt, æquales esse; nam recta, arcum quemlibet subtendens, angulos cum ipso æquales efficit, quia divisis bifariam arcu et subtensa ejus, duæ medietates segmenti propter uniformitatem

PARS II. 14.

tum circuli circumferentiæ, tum lineæ rectæ, sibi invicem congruent.

Circulorum perimetri inter se sunt ut diametri.

13. Circulorum perimetri sunt inter se ut eorundem semidiametri. Sint (in fig. 1) duo circuli quicunque B C D major, E F G minor, habentes centrum commune A; eorum semidiametri sint A C, A E; dico, quam rationem habet perimeter B C D ad perimetrum E F G, eandem habere C A ad A E. Nam magnitudo semidiametrorum C A, A E determinatur a distantiis punctorum C et E a centro A, quæ distantiæ acquiruntur motu uniformi puncti ab A ad C; ita ut temporibus æqualibus distantiæ acquisitæ sint æquales. Sed et perimetri B C D, E F G determinantur ab iisdem distantiis punctorum C et E ab eodem centro A; habent igitur tam perimetri B C D, E F G quam semidiametri C A, A E eandem causam suas magnitudines determinantem, eamque talem quæ temporibus æqualibus æqualia faciat spatia. Sunt itaque (per cap. 13, art. 6) circulorum perimetri et semidiametri proportionales; quod erat probandum.

In triangulis, rectas bases parallelas esse ut laterum partes a vertice abscissæ.

14. Si duæ rectæ angulum constituentes rectis secentur parallelis, erunt interceptæ parallelæ ut partes abscissæ a vertice. Sint (in fig. 6) rectæ A B, A C, constituentes angulum ad A, sectæ duabus rectis parallelis B C, D E; quæ abscindant a vertice in utravis recta, puta in A B, partes A B, A D; dico interceptas B C, D E esse inter se ut A B, A D. Secetur A B in quotvis partes æquales A F, F D, D B, ducanturque per F et D, F G, D E parallelæ basi B C, secantes A C in G et E; et rursus per puncta G, E ducantur aliæ rectæ parallelæ ipsi A B, secantes B C in H et I. Si jam punctum A intelligatur moveri

uniformiter per A B, et eodem tempore punctum B moveri ad C, et omnia puncta F, D, B moveri uniformiter et æquali inter se velocitate per F G, D E, B C, punctum B percurret B H (æqualem F G) eodem tempore quo punctum A percurrit A F; et erit ratio A F ad F G ut illius velocitas ad hujus velocitatem. Et quando A est in F, erit D in K; et quando A est in D, erit D in E. Et ut punctum A transit per F, D, B, ita B transit per H, I, C. Et rectæ F G, D K, K E, B H, H I, I C sunt (propter parallelismum) æquales. Quare ut velocitas per A B est ad velocitatem per B C, ita est A B ad B C. Id est, singulæ parallelæ erunt ad partes a vertice abscissas ut A F ad F G. Itaque AF. FG : : A D. D E : : A B. B C sunt proportionales. PARS II. 14.

Subtensæ angulorum æqualium in diversis circulis, ut rectæ B C, F E (in fig. 1), sunt inter se ut arcus quibus subtenduntur. Nam angulorum æqualium arcus sunt ut perimetri (articul. 8), perimetri autem ut semidiametri (art. 13). Sed et subtensæ B C, F E, propter angulorum quos faciunt cum semidiametris æqualitatem, erunt parallelæ inter se, ergo et illi (per præcedentem) erunt semidiametris, hoc est, perimetris, hoc est, arcubus quos subtendunt, proportionales.

Quali rectæ lineæ fractione fit circuli circumferentia.

15. Si in circulo ponantur deinceps subtensæ quotlibet inter se æquales, ducanturque a termino subtensæ primæ ad terminos omnium cæterarum rectæ lineæ; producta prima subtensa faciet cum secunda externum angulum duplum ejus, quem facit contingens circulum in termino primæ cum ipsa prima; et subtensa duorum arcuum producta faciet cum tertia angulum externum triplum ejusdem, et sic deinceps.

Sit enim circulus (in fig. 7) descriptus radio A B,

PARS II. 14.

Quali rectæ lineæ fractione fit circuli circumferentia.

in quo ponantur quotlibet subtensæ æquales, B C, C D, D E, ducanturque a termino B subtensæ B C ad terminos subtensarum C D, D E rectæ lineæ B D, B E, quæ, sicut et ipsa BC, productæ utcunque in G, H, I, faciant angulos cum subtensis succedentibus, nempe angulos G C D, H D E. Ducta etiam sit contingens K B, faciens cum prima subtensa angulum K B C. Dico angulum G C D duplum esse anguli K B C, et angulum H D E ejusdem K B C triplum. Nam si ducatur A C, secans B D in M, et ad punctum C ponatur L C ipsi perpendicularis, erunt L C, M D, propter angulos rectos ad C et M, parallelæ. Anguli ergo L C D, B D C alterni sunt æquales; item proper æqualitatem rectarum B C, C D, anguli B D C, C B D sunt æquales. Anguli ergo C B D vel C D B duplus est angulus G C D. Est ergo angulus G C D duplus anguli L C D, hoc est, anguli K B C. Rursus C D est parallela B E, propter angulorum C B E, D E B, et rectarum C B, D E æqualitatem, quare anguli G C D, G B E sunt æquales, et per consequens tam G B E, quam D E B, duplus est anguli K B C. Sed angulus externus H D E æqualis est utrique interno D E B, D B E; est ergo angulus H D E anguli K B C triplus, etc. quod erat probandum.

Coroll. I. Constat hinc angulos K B C, C B D, et denique omnes comprehensos a duabus rectis in circuli circumferentia concurrentibus, insistentibusque æqualibus arcubus, esse inter se æquales.

Coroll. II. Si contingens B K centro B semper moveatur uniformiter secundum circumferentiam, æqualibus temporibus æquales abscindet arcus; totamque perimetrum transibit eodem tempore quo ipsa super centro B describit semiperimetrum.

PARS II. 14.

Quali rectæ lineæ fractione fit circuli circumferentia.

Coroll. III. Intelligitur etiam hinc, qua ratione determinatur recurvatio rectæ in circumferentiam circuli, nempe per fractionem semper crescentem secundum rationem numerorum deinceps ab unitate. Nam fracta recta indefinita K B, in B, juxta angulum quemcunque K B C, et rursus in C secundum angulum duplum ejus, et in D secundum angulum triplum, et in E secundum angulum quadruplum, et sic deinceps, erit descripta figura quidem rectilinea; quod si partes fractæ intelligantur esse minimæ, hoc est, totidem puncta, erit descripta non figura rectilinea, sed circuli circumferentia.

Coroll. IV. Ex iis quæ dicta sunt in præsente articulo ostendi et hoc potest, *angulum in centro duplum esse anguli in circumferentia ejusdem circuli, modo arcus intercepti sint æquales.* Cum enim recta, quæ angulum motu suo determinat, æqualibus temporibus æquales arcus transit tam e centro quam e circumferentia, ea autem, quæ e circumferentia est, decurrens per semiperimetrum, transit eodem tempore per totam ejus quæ e centro est perimetrum, arcus, quos abscindet in perimetro aliena, dupli erunt eorum quos iisdem temporibus describit in semiperimetro propria. Sed ut arcus ita anguli in circulis æqualibus.

Ostendi item potest, quod angulus externus, a producta subtensa et proxima subtensa sibi æquali contentus, æqualis sit angulo centri insistenti eidem arcui, ut in diagrammate proxime præcedente, angulus G C D æqualis est angulo C A D; nam angulus G C D externus est duplus anguli C B D, et angulus C A D, insistens eidem arcui C D, duplus quoque est ejusdem C B D vel K B C.

16. Angulus contingentiæ, si conferatur cum

PARS II. 14.

Angulum contingentiæ quantitatem esse, sed angulo simpliciter dicto heterogeneum, nec ei quicquam addere aut adimere posse.

angulo quantulocunque simpliciter dicto, rationem ad ipsum habet eam quam punctum ad lineam, hoc est, neque rationem neque quantitatem ullam. Primo enim, angulus contingentiæ fit flexione continua, ita ut in generatione ejus nullus omnino fiat motus circularis, in quo consistit natura anguli simpliciter; itaque cum illo comparari secundum quantitatem non potest. Secundo, quia angulus externus subtensæ productæ et subtensæ proximæ æqualis est angulo centri super eundem arcum (ut in figura præcedente angulus G C D æqualis est angulo C A D); erit angulus contingentiæ æqualis angulo ex centro qui continetur inter A B, et eandem A B; quia contingentis pars nulla subtendere arcum potest, sed ut ipsum punctum contactus pro subtensa, ita angulus contingentiæ pro angulo externo habendus sit, et æqualis angulo cujus arcus sit idem punctum B.

Quoniam autem angulus in genere definitur, ut sit apertio sive divergentia duarum linearum in uno puncto concurrentium; est autem una apertio major quam alia, etiam per generationem anguli contingentiæ; negari non potest quin angulus ille quantitas sit; ubicunque enim est majus et minus, ibi quoque est quantitas. Sed quantitas hæc consistit in majore et minore flectione. Nam quo major est circuli circumferentia, eo magis accedit ad naturam lineæ rectæ; siquidem tota curvatio (quæ fit dum e recta fit circuli peripheria) major est applicata ad minorem rectam. Ideoque quando plures circuli contingunt eandem rectam, major est angulus contingentiæ qui fit cum minore circulo, quam qui fit cum majore.

Nihil ergo addunt neque adimunt angulo simpliciter dicto additi vel adempti quotcunque anguli

contingentiæ; et sicut alter alteri æqualis non est, sic neque major nec minor est.

Ex quo sequitur angulum segmenti, id est, quem facit recta quælibet cum arcu quolibet, æqualem esse angulo qui fit ab eadem recta et linea quæ contingit circulum in eodem cum ipso puncto, ut in præcedente figura, angulus qui fit inter G B et B K, æqualis est angulo qui fit inter GB et arcum BC.

Planorum inclinationem esse angulum simpliciter dictum.

17. Angulus, quem faciunt duo plana, planorum illorum *inclinatio* appellari solet. Et quoniam plana ubique æqualiter inclinantur, pro inclinatione sumitur angulus qui comprehenditur a duabus rectis, altera in uno, altera in altero plano, sed ambabus ad communem sectionem perpendicularibus.

Angulus solidus, quid.

18. Angulus solidus duobus modis intelligi potest. Primo, pro aggregato omnium angulorum qui fiunt per motum rectæ lineæ quæ, uno extremo quiescente, circumfertur circa figuram aliquam planam, in qua punctum quiescens non est. Atque in hoc sensu accipi videtur ab Euclide. Manifestum autem est quantitatem anguli solidi ita accepti, aliam non esse quam omnium angulorum in superficie sic descripta, id est, in superficie solidi pyramidalis, aggregatum. Secundo modo intelligi potest pro ratione superficiei sphæricæ, subtendentis pyramidis vel coni verticem in sphæræ centro positam, ad totam superficiem sphæræ. In qua acceptione, anguli solidi ita erunt inter se, ut solidorum, verticem habentium in sphæræ centro, bases in sphæræ superficie comprehensæ.

Natura asymptotῶn quæ sit.

19. Omnis duarum linearum ad se invicem respectus sive positionis varietas contineri videtur quatuor generibus; nam duæ lineæ quælibet, aut parallelæ sunt; aut angulum (si opus est, productæ) faciunt; aut contingunt se invicem (modo satis

Exemplun primi.

Secun

[illegible]
con[illegible]
major est [illegible]
ad naturam lineæ [illegible]
(quæ fit dum e recta [illegible]
est applicata ad minorem [illegible]. Ideoqu
plures circuli contingunt eandem recta[illegible]
est angulus contingentiæ qui fit cum mi[illegible]
culo, quam qui fit cum majore.

Nihil ergo addunt neque adimunt
pliciter dicto additi vel ad[illegible]

similis
figura
et figuræ
s quæ

PARS II. 14.

sint magnæ); aut denique asymptotæ sunt. De parallelis, angulis, et contingentibus, quænam sit earum natura jam diximus. Declarabimus ergo breviter naturam etiam asymptosiæ.

Asymptosia dependet ab eo, quod quantitas divisibilis est in infinitum; ex quo sequitur, data quacumque linea a cujus termino mobile aliquod versus alterum terminum moveatur, possibile esse (nempe sumendo gradus velocitatis semper minores, in ea ratione qua sumuntur semper minores partes lineæ perpetuo sectæ) ut mobile illud super lineam illam procedat semper, ad finem vero perveniat nunquam. Itaque manifestum est, si recta aliqua ut A F (in fig. 8) secetur utcunque in B, et rursus B F in C, et C F in D, et D F in E, atque ita æternum, et a puncto F ducatur recta F F in angulo A F F quocunque, ordinenturque in eadem ratione, qua secta est linea A F, spatia A F, B F, C F, D F, E F, etc. ad rectam A F parallelῶs, fore ut curva A B C D E sit rectæ F F asymptota, hoc est, ut proprius ad eam semper accedens nunquam tamen attingat. Quoniam autem linea quælibet secari potest in perpetuum secundum rationes segmentorum ad se invicem alias atque alias, varietate infinita, idcirco etiam asymptotῶn diversæ species numero infinitæ sunt, de quibus hoc loco dicendum non est.

Situs quibus rebus determinetur.

20. Situs est relatio loci ad locum. Determinatur autem plurium locorum situs quatuor rebus; *distantiis inter se; distantiis singulorum a loco dato; ordine rectarum a dato ad cætera ductarum*; et *angulis quos sic ductæ comprehendunt*. Nam si distantiæ, et ordo, et anguli dati, id est, certi sunt, etiam loca singula certa sunt, ut alia esse non possint.

PARS II. 14.

Situs similis quis, figura quid, et figuræ similes quæ sint.

21. Puncta autem quotlibet similem inter se situm habent ac puncta alia numero totidem, quando rectæ omnes ab uno aliquo puncto ad hæc omnia ductæ, ad rectas omnes ab uno item puncto ad illa omnia ductas, sub æqualibus deinceps angulis, eandem habent rationem. Sint enim puncta quotlibet A, B, C, (in fig. 9) ad quæ ab uno aliquo puncto, ut D, ductæ sint rectæ D A, D B, D C. Sint et alia totidem puncta E, F, G, ad quæ ab uno etiam puncto, H, ductæ sint rectæ H E, H F, H G, ita ut anguli A D B, B D C æquales sint angulis deinceps E H F, F H G; et rectæ D A, D B, D C rectis H E, H F, H G proportionales; dico tria puncta A, B, C tribus punctis E, F, G similem inter se situm obtinere sive similiter posita esse. Nam si intelligatur H E super imposita esse D A, ut punctum H sit in D, cadet punctum F in recta D B, propter æqualitatem angulorum A D B, E H F; et punctum G in recta D C, propter æqualitatem angulorum B D C, F H G; rectæ autem A B, E F erunt parallelæ, sicut et B C, F G, propterea quod A D. E H : : B D. F H : : C D. G H ponuntur proportionales; erunt ergo distantiæ punctorum A, B et punctorum B, C proportionales distantiis punctorum E, F et punctorum F, G. In situ ergo punctorum A, B, C et situ punctorum E, F, G æquales sunt anguli, eodem ordine; differunt ergo sola distantiarum inter se, et distantiarum a punctis D et H inæqualitate; sunt autem inæqualitates illæ utrobique æquales, propterea quod tum A B. B C : : E F. F G, distantiæ punctorum utrobique inter se, tum etiam DA. DB : : HE. HF, DB.DC : : HF. HG, distantiæ earumdem ab assumptis punctis D et H, sunt inter se proportionales; sola ergo

PARS II. 14.

Situs similis quis, figura quid, et figuræ similes quæ sint.

differentia est in distantiarum magnitudine. Sed per *similium* definitionem quæ tradita est capite II. art. 2, quæ sola magnitudine differunt *similia* sunt. Habent ergo puncta A, B, C situm inter se similem ejus quem habent puncta E, F, G; id est, similiter posita sunt; quod erat probandum.

22. Figura est quantitas, punctorum suorum extremorum omnium situ sive positione determinata. Extrema autem voco puncta illa, quæ externo loco sunt contigua. Itaque in linea et superficie puncta omnia extrema sunt, in solido vero puncta superficiei, intra quam solidum includitur, omnia.

Et similes figuræ sunt, quarum puncta omnia extrema unius similiter sunt posita ac puncta omnia extrema alterius. Differunt enim figuræ tales sola magnitudine.

Similes autem figuræ similiter positæ sunt, cum utriusque figuræ rectæ homologæ, id est, rectæ, quæ connectunt puncta comparata, parallelæ sunt.

Et quoniam recta omnis omni rectæ, et planities planitiei, dum planities tantum consideretur, similis est; cognitis linearum, quæ plana, vel superficierum quæ solida includunt, proportionibus, cognoscere an figura propositæ figuræ similis sit an dissimilis, non est difficile.

Hactenus in philosophia prima versati sumus: proximus locus geometriæ est, in qua figurarum quantitates ex linearum proportionibus et angulis investigantur. Est itaque geometriam aggressuro quæ sit quantitatis, proportionis, angulorum, et figuræ natura, præcognoscendum: et propterea capitibus tribus proxime præcedentibus eorum naturas explicatas Philosophiæ primæ, quam hic dimitto, adjungendas esse judicavi.

PARS III.

DE RATIONIBUS MOTUUM, ET MAGNITUDINUM.

CAPUT XV.

DE NATURA, PROPRIETATIBUS, ET VARIIS CONSIDERATIONIBUS MOTUS ET CONATUS.

1. Principiorum doctrinæ de motu superius traditorum repetitio. 2. Alia ipsis addita. — 3. Theoremata quædam de natura motus. — 4. Diversæ motus considerationes. — 5. Via per quam tendit conatus mobilium primus. — 6. In motu ex concursu, deficiente uno moventium, conatum fieri secundum viam alterius. — 7. Conatus omnis propagatur in infinitum. 8. Movens quo majorem habet vel velocitatem vel magnitudinem, eo majoris efficaciæ est in corpus in quod impingit.

Principiorum doctrinæ de motu superius traditorum repetitio.

1. Proxima ordine tractatio est de *motu* et *magnitudine*, corporum accidentibus maxime communibus. Itaque locum hunc sibi vindicant magna ex parte proprium sibi elementa geometriæ. Quoniam autem pars ista philosophiæ, ab excellentissimis omnium temporum ingeniis exculta, uberiorem tulit segetem, quam ut in angustias propositi operis nostri contrudi possit; lectorem ad hunc locum accedentem admonendum esse censui, ut Euclidis, Archimedis, Apollonii, aliorumque, tum antiquorum tum recentiorum, scripta in

PARS III. 15.

Principiorum doctrinæ de motu superius traditorum repetitio.

manus sumat. Quorsum enim actum agere? Ego vero de rebus geometricis pauca tantum et nova, et ea præsertim quæ physicæ inserviunt, proximis aliquot capitibus dicturus sum.

Principiorum autem doctrinæ hujus partem aliquam, in cap. 8 et 9 jam explicatam, ut magis ex propinquo progressuris lucem præbeat, in hunc locum conferemus.

Primo igitur (cap. 8, art. 10) definitur motus in hunc modum, *motus est unius loci privatio, et alterius acquisitio continua.*

Secundo, ostensum est ibidem, *quicquid movetur, in tempore moveri.*

Tertio (cap. eodem, art. 11) definivimus, *quietem esse, quando corpus in eodem loco est per aliquod tempus.*

Quarto ostensum ibidem est, *quod movetur, nusquam esse in loco certo, idemque et motum esse, et moveri, et motum iri.* Ita ut in omni parte spatii, per quod fit motus, tria tempora considerari possint, *præteritum, præsens, et futurum.*

Quinto (capite eodem, artic. 15), definivimus *velocitatem esse motum consideratum ut potentiam, qua mobile tempore certo certam potest transmittere longitudinem.* Quod et brevius enunciari potest sic, *velocitas est quantitas motus per tempus et lineam determinata.*

Sexto (capite eodem, art. 16) ostensum est *motum esse mensuram temporis.*

Septimo (cap. eodem, art. 17,) definivimus *motus æquiveloces esse, quibus æqualibus temporibus æquales transmittuntur longitudines.*

Octavo (cap. eodem, art. 18,) definivimus *motus æquales esse quando velocitas unius mobilis per*

omnem ejus magnitudinem computata æqualis est alterius mobilis velocitati etiam per omnem ejus magnitudinem computatæ. Notandum itaque est *motus æquales* et *motus æquiveloces* non significare eandem rem. Nam duorum equorum ad currum junctorum motus major est quam unius eorum utriusvis, quum tamen velocitas amborum simul velocitati unius sit æqualis. PARS III. 15.

Nono (cap. eodem, art. 19) ostensum est, *quod quiescit semper quieturum esse, nisi existat aliud extra ipsum, quo supposito, quiescere amplius non possit;* et *quod movetur motum iri semper, nisi existat aliud extra ipsum quod motum ejus impediat.*

Decimo (cap. IX. art. 7) ostensum est, *motus omnis (ex quiete antecedente) causam immediate efficientem esse in aliquo corpore moto et contiguo.*

Undecimo, ostensum est ibidem, *quidquid movetur, eadem celeritate et per eandem viam semper progressurum esse, nisi a corpore moto et contiguo impediatur.*

Alia ipsis addita.

2. Quibus principiis adjiciemus, hoc loco, ea quæ sequuntur. Primo, definiemus *conatum esse motum per spatium et tempus minus quam quod datur, id est, determinatur, sive expositione vel numero assignatur,* id est, *per punctum.* Ad cujus definitionis explicationem meminisse oportet, per punctum non intelligi id, quod quantitatem nullam habet, sive quod nulla ratione potest dividi (nihil enim est ejusmodi in rerum natura); sed id cujus quantitas non consideratur, hoc est, cujus neque quantitas neque pars ulla inter demonstrandum computatur; ita ut punctum non habeatur pro indivisibili, sed pro indiviso. Sicut etiam *instans*

PARS III. 15.

sumendum est pro tempore indiviso, non pro indivisibili.

Alia ipsis addita.

Similiter conatus ita intelligendus est, ut sit quidem motus, sed ita ut neque temporis in quo fit, neque lineæ per quam fit quantitas, ullam comparationem habeat in demonstratione cum quantitate temporis vel lineæ cujus ipsa est pars; quamquam sicut punctum cum puncto, ita conatus cum conatu comparari potest, et unus altero major vel minor reperiri. Nam si duorum angulorum puncta verticalia comparentur inter se, erunt in ratione ipsorum angulorum æqualia vel inæqualia; vel si linea recta secet plures circulorum concentricorum circumferentias, puncta sectionum erunt inæqualia in ratione ipsarum perimetrorum. Eodem modo si sint duo motus simul incipientes et simul desinentes, conatus eorum erunt æquales vel inæquales in ratione velocitatum; quemadmodum videmus majore conatu descendere pilam plumbeam, quam laneam.

Secundo, definiemus *impetum esse ipsam velocitatem, sed consideratam in puncto quolibet temporis in quo fit transitus.* Adeo ut impetus nihil aliud sit quam quantitas sive velocitas ipsius conatus.

Tertio, definiemus *resistentiam esse, in contactu duorum mobilium, conatum conatui, vel omnino vel ex aliqua parte, contrarium. Contrarium* (dico) quando duo illa mobilia conantur per eandem rectam a terminis ejus diversis. *Contrarium ex parte*, quando conantur ambo per lineas concurrentes extra rectam a cujus terminis proficiscuntur.

Quarto, ut definiamus quid sit *premere; duorum mobilium alterum alterum premere dicimus, quando*

conatu suo unum eorum facit ut alterum vel pars ejus loco cedat.

Quinto, *restituere se corpus pressum nec dimotum dicimus, quando, sublato premente, partes ejus motæ propter ipsam corporis internam constitutionem in suum quæque locum redeunt;* id quod fieri videmus in elateriis, in vesicis inflatis, et in multis aliis corporibus, quorum partes conatui corporis prementis primo quidem appulsu plus vel minus cedunt, postea vero (remoto premente) vi aliqua interna se restituunt, et toti corpori figuram suam priorem reddunt.

Sexto, *vim* definiemus *esse impetum multiplicatum sive in se, sive in magnitudinem moventis, qua movens plus vel minus agit in corpus quod resistit.*

Theoremata quædam de natura motus.

3. His positis, demonstrabimus primo: *quod punctum quiescens, cui aliud punctum quantulocunque impetu usque ad contactum admovetur, ab eo impetu movebitur.* Nam si ab eo impetu a loco suo nihil *omnino removeatur, neque ab eo impetu duplicato removebitur, quia duplum nihil, nihil est;* et per eandem rationem, neque ab eo impetu quantumvis multiplicato removebitur, quia nihil, utcunque multiplicatum, semper est nihil; quare punctum quiescens, si non cedat impetui quantulocunque, nulli cedet, et per consequens impossibile est ut quod quiescit unquam moveretur.

Secundo, *quod si punctum motum quantulocunque impetu incidat in punctum corporis quiescentis cujuscunque, etiam durissimi, ipsum appulsu primo cedere aliquatenus coget.* Nam si impetui dato, quantuluscunque is sit, nihil omnino cedat, neque impetui cedet punctorum quotcunque volueris, quæ habent singula impetus singulos ipsi

PARS III. 15.

æquales; nam cum omnia illa puncta æqualiter agant, unum autem eorum nullum habeat effectum, etiam aggregatum omnium simul habebit toties nullum effectum, quot sunt accumulata puncta, id est, nullum. Et per consequens essent aliqua corpora ita dura ut nulla vi frangi possent, id est, durities finita, id est, vis finita infinitæ non cederet; quod est absurdum.

Coroll. Manifestum ergo est, *quietem inertem atque efficaciæ omnis expertem esse; motum autem solum esse qui motum et quiescentibus dat et motis adimit.*

Tertio, *quod cessatio moventis non cogit cessare id quod ab ipso motum est.* Nam (per numerum II. art. 1. hujus capitis) quicquid movetur persevérat eadem celeritate et via, quamdiu a moto in contrarium non impeditur; manifestum autem est quod cessatio moventis non est motus in contrarium; sequitur ergo cessante motore non necesse esse ut cesset mobile.

Coroll. Falluntur ergo qui remotionem impedimenti sive resistentiæ inter causas motus numerare solent.

Diversæ motus considerationes.

4. In rationes autem infertur motus variis nominibus:

I. Ut in corpore *indiviso* (id est, considerato tanquam punctum) vel in *diviso*; ut in indiviso, quando supponimus viam per quam fit motus esse lineam: ut in diviso, quando computamus motum singularium corporis partium, ut partium.

II. A diversitate regulæ: motus corporis, ut indivisi, alius est *uniformis* alius *pluriformis*. *Uniformis* est, quo iisdem temporibus æquales semper percurruntur lineæ; *pluriformis*, quando uno

tempore plus, alio minus spatii transmittitur. Et pluriformium motuum, alii sunt in quibus accelerationis vel retardationis gradus procedunt per easdem rationes, quas habent transmissa spatia, vel duplicatas, vel triplicatas, vel per quemcunque numerum multiplicatas: alii in quibus aliter.

PARS III. 15.

Diversæ motus considerationes.

III. A numero moventium: motus alius est qui ab uno movente, alius qui a concursu plurium efficitur.

IV. A positione lineæ in qua fertur mobile, respectu lineæ cujuspiam alterius. Unde motus alius *perpendicularis*, alius *obliquus*, alius *parallelus* dici potest.

V. A positione moventis respectu moti: unde motus alius *pulsio*, alius *tractio* est; *pulsio* ubi movens facit ut mobile antecedat; *tractio* ubi facit ut mobile subsequatur. Rursus pulsionis, alia species est, quando moventis et moti motus simul incipit, quæ *trusio*, et *vectio* dici potest; alia, quando movens prius movetur, mobile autem posterius, qui motus *percussio* appellatur.

VI. Consideratur motus aliquando in solo effectu quem habet movens in mobile, et tunc vocari *momentum* solet. Est autem *momentum*, excessus motus corporis moventis super motum vel conatum corporis resistentis.

VII. Considerari potest pro diversitate medii, ut alius in *vacuo*, alius in *fluido*, alius in *consistente*, id est, in medio cujus partes vi aliqua ita consistunt seu cohærent, ut nulla ejus pars, nisi cedente toto, moventi cedat.

VIII. Quando mobile consideratur ut habens partes, nascitur motus distinctio alia: alius enim *simplex* est, alius *compositus*: *simplex* quando partes ejus singulæ singulas describunt lineas æquales: *compositus* quando inæquales.

PARS III. 15.

Via per quam tendit conatus mobilium primus.

5. Conatus autem omnis tendit eo versum, id est, per eam viam, quam determinat motus moventis, si movens unum sit, vel (si plura sint moventia) quam motus determinat, qui fit ex eorum moventium concursu. Exempli causa; si mobile motu feratur recto, primus conatus ejus erit in linea recta; si feratur motu circulari, etiam conatus ejus primus erit in circumferentia circuli.

In motu ex concursu, deficiente uno moventium, conatum fieri secundum viam alterius.

6. Et si quidem dum fertur mobile in linea qualibet motu qui fit a concursu duorum moventium, in eo puncto, ubi primum destituitur a vi unius moventis, mutabitur conatus ejus in conatum per lineam moventis alterius. Itaque si mobile aliquod feratur a concursu duorum ventorum, cessante vento altero, conabitur et movebitur mobile in linea qua ferretur a vento qui perseverat solo. Et in circulo, ubi motus determinatur a movente per tangentem et a radio retinente mobile in certa a centro distantia, conatus ejus qui prius erat in circuli circumferentia, si auferatur retentio radii, erit postea in tangente sola, id est, in linea recta. Cum enim conatus æstimatur in parte circumferentiæ minore quam quæ dari possit, id est, in puncto, erit via mobilis per circumferentiam composita ex lineis rectis, quarum una quæque minor est quam quæ dici possit, numero infinitis, et quæ ob eam rem appellantur puncta. Procedet itaque mobile, postquam a retentione radii liberatum est, secundum eandem rectam, id est, secundum tangentem.

Conatus omnis propagatur in infinitum.

7. Conatus autem omnis, sive fortis sive debilis, propagatur in infinitum. Est enim motus; si quidem ergo in vacuo fiat, procedet mobile eadem semper velocitate; quia supposito vacuo supponitur

nullum motui ejus adhiberi resistentiam; itaque (per cap. IX. art. 7) per eandem viam eademque celeritate semper progredietur; et siquidem in pleno fiat, tamen cum conatus sit motus, id quod in via ejus proxime obstat removebitur, et conabitur ulterius, et hujus conatus removebit rursus id, quod sibi proxime obstat, et sic in infinitum. Generatio ergo conatus a parte in partem pleni procedit in infinitum. Pertingit etiam ad distantiam quantamcunque in instante; nam eodem instante, quo prima pars medii pleni removet partem sibi proximam, pars secunda partem rursus sibi proximam obstantem removet. Procedit ergo omnis conatus, sive in vacuo sive in pleno, non tantum ad distantiam quantamvis, sed etiam in tempore quantulocunque, id est, in instanti. Neque refert quod conatus procedendo debilior fiat, ita ut tandem sensum omnem fugiat; motus enim fieri potest ita exiguus ut sensum excitare non possit. Nos autem non de sensu et experientia, sed de ratione rerum hoc loco agimus.

Movens quo majorem habet vel velocitatem vel magnitudinem, eo majoris efficaciæ est in corpus in quod impingit.

8. In corpus, quod motui resistit, major est moventis vis (pari magnitudine) ejus quod velocius quam ejus quod tardius movetur: item moventis majoris (pari velocitate) quam minoris. Nam quod (pari magnitudine) majore velocitate impingit in mobile, majorem ipsi imprimit motum. Et quod (pari velocitate) majore mole impingit in idem punctum, vel eandem partem mobilis, minus deperdit velocitatis; propterea quod corpus resistens agit in eam partem moventis solam quam contingit: ejus ergo partis solius impetum retundit, cum interea partes non tactæ procedant et vires suas integras conservent, quoad et illæ ad contactum

PARS III. 15. veniant, ubi vires earum effectum suum obtinent aliquem. Itaque, exempli causa, arietando, lignum longius quam brevius eadem crassitudine et velocitate, et crassius quam exilius eadem longitudine et velocitate plus operatur in parietem.

CAPUT XVI.

DE MOTU ACCELERATO ET UNIFORMI, ET DE MOTU PER CONCURSUM.

1. Velocitas mobilis, per quodlibet tempus computata, est id quod fit ex ductu impetus in tempus.—2, &c. In omni motu longitudines percursæ sunt inter se, ut facta ex impetu in tempus. 6. Si duo mobilia, uniformiter lata, percurrant duas longitudines, erunt longitudines percursæ in ratione composita ex rationibus temporis ad tempus et impetus ad impetum directe sumptis. 7. Si duo mobilia uniformiter lata percurrant duas longitudines, erunt tempora inter se in ratione composita ex rationibus longitudinis ad longitudinem et impetus ad impetum reciproce sumptis. Item impetus inter se erunt in ratione composita ex rationibus longitudinis ad longitudinem et temporis ad tempus reciproce sumptis.—8. Si mobile feratur a duobus simul moventibus uniformiter, quæ in quolibet angulo concurrunt, erit linea, quæ percurritur, recta subtendens angulum complementi ad duos rectos.—9, &c. Si mobile feratur a duobus simul moventibus, quorum alterum movet uniformiter, alterum accelerate, invenire lineam quam describit mobile, modo ratio longitudinum percursarum ad tempora in quibus percurruntur numeris explicari possit.

Velocitas mobilis per quodlibet tempus computata, est id quod fit ex ductu impetus in tempus.

1. VELOCITAS cujuscunque corporis per aliquod tempus moti tanta est, quantum est quod fit ex impetu (quem habet in puncto temporis) ducto in tempus ipsius motus.

Cum enim velocitas (per def. cap. VIII. art. 15)

sit potentia qua mobile certo tempore certam potest percurrere longitudinem; impetus autem (per cap. XV. art. 2, numero 2) sit velocitas in uno tantum puncto temporis sumpto: erunt impetus omnes simul sumpti eadem res cum velocitate per singula puncta temporis computata; hoc est, cum impetu in totum tempus ducto, sive cum ipsa totius motus velocitate.

Coroll. Si impetus ubique idem sit et sumatur recta quælibet pro mensura temporis, impetus ad illam rectam ordinatim applicati, designabunt parallelogrammum, quod representabit velocitatem totius motus. Sin impetus a quiete incipiens crescat uniformiter, id est, in eadem semper ratione cum temporibus consumptis, tota velocitas motus erit representata per triangulum, cujus unum latus est totum tempus, alterum impetus maximus eo tempore acquisitus; vel etiam per parallelogrammum, cujus unum latus est totum tempus lationis, alterum vero impetus maximi dimidium; vel denique per parallelogrammum, cujus unum latus est medium proportionale inter impetum maximum (sive ultimo acquisitum) et impetus ejusdem maximi semissem, alterum semissis impetus maximi. Nam duo hæc parallelogramma et inter se, et triangulo, quod fit ex tempore toto et impetu crescente, sunt æqualia, ut in elementis geometriæ est demonstratum.

In omni motu longitudines percursæ sunt inter se, ut facta ex impetu in tempus.

2. In omni motu uniformi longitudines transcursæ sunt inter se, ut factum ab impetu in tempus unius, ad factum ex impetu in tempus alterius.

Sit enim (in figura prima) A B tempus, A C impetus, quibus mobile percurrit longitudinem D E. Sitque temporis A B pars quæcunque A F,

PARS III. 16.

In omni motu longitudines percursæ sunt inter se, ut facta ex impetu in tempus.

qua parte temporis supponatur percurri longitudinem D G; ducanturque F H, B I parallelæ et æquales rectæ A C. Dico esse D E ad D G ut parallelogrammum A I, hoc est, ut factum ex impetu A C ducto in tempus A B, ad A H factum ex eodem impetu A C in tempus A F. Est enim ut velocitas per tempus A B ad velocitatem per tempus A F, ita longitudo percursa tempore A B ad longitudinem percursam tempore A F (propterea quod cum impetus supponatur ubique idem, longitudines percursæ sunt in ratione temporum). Sed ut tempus A B ad tempus A F ita est parallelogrammum A I ad parallelogrammum A H, hoc est factum ab impetu A C in tempus A B, ad factum ex impetu eodem A C in tempus A F. Est autem tempore A B, impetu A C percursa longitudo D E: quare longitudo percursa tempore A F impetu A C erit D G, ad quam (per constructionem) D E habet eandem rationem, quam habet parallelogrammum A I ad parallelogrammum A H, sive factum ex impetu A C in tempus A B ad factum ex eodem impetu A C in tempus A F: quod erat demonstrandum.

Coroll. Quoniam ostensum est in motu uniformi longitudines percursas esse ut parallelogramma ex impetu ducto in tempora, id est (propter æquales impetus) ut ipsa tempora, erit quoque, permutando, ut tempus ad longitudinem ita tempus ad longitudinem, et in universum habent hic locum omnes analogismorum proprietates et metamorphoses quas capite decimo tertio enumeratas demonstravimus.

3. In motu uniformiter a quiete accelerato (hoc est, ubi impetus continuo crescunt in ratione tem-

porum) erit quoque longitudo percursa uno tempore ad longitudinem percursam alio tempore, ut factum ex impetu in tempus ad factum ex impetu in tempus.

PARS III.
16.

In omni motu longitudines percursæ sunt inter se, ut facta ex impetu in tempus.

Sit (in eadem figura 1) tempus A B, in cujus temporis initio A, impetus sit ut ipsum punctum A, sed procedente tempore crescat impetus uniformiter, donec in ultimo puncto temporis B, acquisitus sit impetus quicunque B I. Rursus sit tempus aliud A F, in cujus temporis initio A, impetus sit ut ipsum punctum A, sed procedente tempore crescat impetus uniformiter donec in temporis A F ultimo puncto F, acquisitus sit impetus F K. Longitudo autem percursa tempore A B, impetu uniformiter crescente, sit D E. Dico longitudinem D E esse ad longitudinem percursam tempore A F, ut tempus A B ductum in impetum B I ad tempus A F ductum in impetum F K.

Quoniam enim triangulum A B I est velocitas tota moti tempore A B, donec acquiritur impetus B I, et triangulum A F K velocitas tota moti tempore A F, impetu crescente donec acquiritur impetus F K, erit longitudo D E ad longitudinem percursam tempore A F, impetu crescente a quiete in A donec acquisitus sit impetus F K, ut triangulum A B I, ad triangulum A F K, hoc est, in ratione temporis A B ad A F duplicata. Fiat ergo ut A B ad A F ita D E ad D G, et rursus, ut D E ad D G ita D G ad D P, eritque longitudo percursa tempore A B, impetu crescente usque ad B I, ad longitudinem percursam tempore A F, impetu crescente usque ad F K, ut triangulum A B I ad triangulum A F K; est autem triangulum A B I

PARS III. 16.

In omni motu longitudines percursæ sunt inter se, ut facta ex impetu in tempus.

factum ex tempore A B ducto in impetum crescentem usque ad B I, et triangulum A F K factum ex tempore A F ducto in impetum crescentem usque ad F K; quare longitudo D E percursa tempore A B, impetu crescente usque ad B I, est ad longitudinem D P percursam tempore A F, impetu crescente usque ad F K, ut factum ex tempore A B in impetum suum ad factum ex tempore A F in impetum suum. Quod erat probandum.

Coroll. I. In motu uniformiter accelerato, longitudines percursæ sunt in ratione temporum duplicata. Nam ut longitudo D E ad D P, ita triangulum A B I ad triangulum A F K; sed A B I ad A F K duplicatam habet rationem temporis A B ad tempus A F; ergo D E ad D P habet etiam duplicatam rationem temporis A B ad tempus A F.

Coroll. II. Longitudines percursæ æqualibus temporibus deinceps ab initio motus sumptis, in motu uniformiter accelerato, sunt ut differentiæ numerorum quadratorum incipientium ab unitate, nimirum, ut 3, 5, 7, etc. Nam si primo tempore percurratur longitudo ut 1, in duobus temporibus percurretur longitudo ut 4, quod est quadratum binarii, in tribus longitudo ut 9, quadratum ternarii, et sic deinceps; quorum quadratorum differentiæ sunt 3, 5, 7, etc.

Coroll. III. In motu uniformiter accelerato, longitudo percursa est ad longitudinem eodem tempore, impetu autem (quantus est ultimo tempore acquisitus) uniformi percursam, ut triangulum ad parallelogrammum, quorum altitudo et basis est communis. Cum enim (in eadem figura prima) velocitate ut triangulum A B I percurratur longi-

PARS III. 16.

In omni motu longitudines percursæ sunt inter se, ut facta ex impetu in tempus.

tudo D E, necesse est ut velocitate, ut parallelogrammum A I, percurratur longitudo dupla ipsius D E, propterea quod parallelogrammum A I duplum est trianguli A B I.

4. In motu a quiete ita accelerato, ut impetus continuo crescant in ratione temporum consumptorum duplicata, erit quoque longitudo percursa uno tempore ad longitudinem alio tempore percursam, ut factum ex impetu in tempus unius motus, ad factum ex impetu in tempus alterius motus.

Sit enim (in figura secunda) tempus A B, in cujus temporis initio A impetus sit ut ipsum punctum A, sed procedente tempore crescat impetus continuo in ratione temporum duplicata, donec in ultimo puncto temporis B acquisitus sit impetus B I; et in A B tempore sumpto ubicunque puncto F, ordinatim applicetur impetus eo tempore acquisitus F K. Quoniam ergo F K ad B I supponitur habere rationem duplicatam ejus quam habet A F ad A B, habebit A F ad A B rationem subduplicatam ejus quam habet F K ad B I, et A B ad A F subduplicatam ejus quam habet B I ad F K, et proinde erit punctum K in linea parabolica, cujus diameter est A B et basis B I. Et simili ratione, in quocunque puncto temporis A B applicetur impetus eo tempore acquisitus, erit recta eum impetum designans in eadem parabolica A K I. Quare impetus ductus in totum tempus A B erit parabola A K I B, quæ æqualis est parallelogrammo A M, cujus unum quidem latus est A B tempus, alterum autem impetus A L duæ tertiæ impetus B I. Est enim omnis parabola æqualis duabus tertiis parallelogrammi, altitudinem et basim habentis eandem. Tota ergo

PARS III. 16.

In omni motu longitudines percursæ sunt inter se, ut facta ex impetu in tempus.

velocitas per A B, ut quæ fit ab impetu A L in tempus A B, erit parallelogrammum A M. Similiter si sumatur F N, quæ sit $\frac{2}{3}$ impetus F K, compleaturque parallelogrammum F O, erit F O tota velocitas per tempus A F, ut quæ fit ab impetu A O sive F N uniformi ducto in tempus A F. Sit autem longitudo percursa tempore A B, velocitate A M, recta D E. Postremo supponatur longitudo percursa tempore A F, velocitate A N, esse D P. Dico, esse ut A M ad A N, sive ut parabola A K I B ad parabolam A K F, ita D E ad D P. Fiat ut A M ad F L, hoc est, ut A B ad A F, ita D E ad D G. Jam ratio A M ad A N componitur ex rationibus A M ad F L, et F L ad A N. Sed ut A M ad F L, ita est (per constructionem) D E ad D G : et ut F L ad A N (quia tempus utrobique idem est, nempe A F) ita longitudo D G ad longitudinem D P. Nam eodem tempore percursæ longitudines sunt ut velocitates. Quare ex æquo ut A M ad A N, hoc est, ut impetus A L ductus in tempus suum A B, ad impetum A O ductum in tempus suum A F, ita D E ad D P. Quod erat probandum.

Coroll. I. Longitudines percursæ motu ita accelerato, ut impetus continuo crescant in ratione temporum duplicata, sunt in ratione suorum temporum triplicata. Nam ut longitudo D E ad D P, ita est parallelogrammum A M ad parallelogrammum A N, et ita parabola A B I K, ad parabolam A K F. Sed parabola A B I K est ad parabolam A K F, in ratione triplicata ejus rationis, quam habet A B tempus ad A F tempus. Quare etiam ratio D E ad D P est triplicata rationis A B ad A F.

Coroll. II. Longitudines percursæ æqualibus

In omni motu longitudines percursæ sunt inter se, ut facta ex impetu in tempus.

temporibus deinceps ab initio sumptis, in motu ita accelerato ut impetus sint in duplicata ratione temporum (sive in motu bis accelerato), sunt ut differentiæ numerorum cuborum incipientium ab unitate, hoc est, ut 7, 19, 37, &c. Nam si primo tempore longitudo ponatur 1, in fine secundi temporis erit longitudo 8, in fine tertii 27, in fine quarti 64, &c., qui sunt numeri cubi, quorum differentiæ sunt 7, 19, 37, &c.

Coroll. III. In motu ita accelerato, ut impetus crescant in ratione temporum duplicata, longitudo quælibet percursa ad longitudinem eodem quidem tempore percursam sed impetu ubique quantus est ultimo acquisitus, est ut parabola ad parallelogrammum ejusdem altitudinis et basis, id est, ut 2 ad 3. Nam parabola A B I K est impetus crescens ductus in A B tempus, et parallelogrammum A I est impetus maximus et uniformis ductus in idem tempus A B; et proinde longitudines percursæ erunt ut parabola ad parallelogrammum, hoc est, ut 2 ad 3.

5. Si vellemus cæteros motus persequi, ubi impetus crescunt in ratione temporum triplicata, quadruplicata, quintuplicata, &c., exiret labor in infinitum non necessarius. Nam qua methodo longitudines percursas impetu simpliciter et dupliciter crescente computavimus, poterit quis eadem methodo longitudines percursas impetu crescente tripliciter, quadrupliciter, et quotupliciter velit, computare.

Inveniet autem, ubi impetus crescunt in ratione temporum triplicata, totam velocitatem designari per parabolastrum primum (de quo capite sequente) et longitudines percursas esse in ratione

PARS III. 16.

temporum quadruplicata: et ubi impetus crescunt in ratione temporum quadruplicata, totam velocitatem designari per parabolastrum secundum, et longitudines percursas esse in ratione temporum quintuplicata; et sic in infinitum.

Si duo mobilia uniformiter lata percurrant duas longitudines, erunt longitudines percursæ in ratione composita ex rationibus temporis ad tempus, et impetus ad impetum directe sumptis.

6. Si duo mobilia uniformiter lata percurrunt duas longitudines, utrumque suo impetu et tempore, erunt longitudines percursæ in ratione composita ex rationibus temporis ad tempus, et impetus ad impetum, directe sumptis.

Sint enim (in figura tertia) duo mobilia, quorum alterum moveatur tempore A B impetu A C, alterum tempore A D impetu A E. Dico longitudines percursas esse inter se in ratione composita ex rationibus A B ad A D, et A C ad A E. Percurrat enim mobile, tempore A B impetu A C, longitudinem quamcunque, Z. Mobile vero aliud, tempore A D impetu A E, longitudinem X. Et compleantur parallelogramma A F, A G. Quoniam ergo (per art. 2) Z ad X est ut impetus A C ductus in tempus A B, ad impetum A E ductum in tempus A D, hoc est, ut A F ad A G, componetur ratio Z ad X ex iisdem rationibus, ex quibus componitur ratio A F ad A G. Sed ratio A F ad A G componitur ex rationibus A B lateris ad A D latus, et A C lateris ad A E latus, (ut constat in Elementis Euclidis,) hoc est, rationibus A B temporis ad A D tempus, et A C impetus ad A E impetum. Quare et ratio Z ad X componitur ex rationibus A B temporis ad A D tempus, et A C impetus ad A E impetum. Quod erat demonstrandum.

Coroll. I. In motu uniformi duorum mobilium, si tempora et impetus sint reciproce proportionalia, erunt longitudines percursæ æquales. Siquidem

enim (in eadem figura tertia) esset ut A B ad A D ita reciproce A E ad A C, componeretur ratio A F ad A G ex rationibus A B ad A D et A C ad A E, hoc est, ex rationibus A B ad A D et A D ad A B. Essent ergo A F ad A G ut A B ad A B, hoc est, æqualia; et proinde factum utrobique ex impetu in tempus, æquale; et, per consequens, Z et X essent æquales.

Coroll. II. Si duo mobilia ferantur eodem tempore diverso impetu, erunt longitudines percursæ ut impetus ad impetum. Nam si tempus utrobique sit A D, impetus autem diversi A E, A C, erit ratio A G ad D C composita ex rationibus A E ad A C et A D ad A D, hoc est, ex rationibus A E ad A C et A C ad A C; et proinde erit ratio A G ad D C, id est, longitudinis percursæ ad longitudinem percursam, ut A E ad A C, hoc est, ut impetus ad impetum. Similiter, si duo mobilia ferantur uniformiter utrumque eodem impetu, sed in temporibus diversis, erit ratio longitudinum percursarum, ut tempora. Nam si impetus utrobique sit A C, tempora diversa A B, A D, componetur ratio A F ad D C, ex rationibus A B ad A D et A C ad A C, hoc est, ex rationibus A B ad A D et A D ad A D; ideoque ratio A F ad D C, hoc est, longitudinis percursæ ad longitudinem percursam, erit eadem quæ A B ad A D, hoc est, temporis ad tempus.

7. Si duo mobilia motu uniformi percurrant duas longitudines, tempora lationum erunt inter se in ratione composita ex rationibus longitudinis ad longitudinem et impetus ad impetum, reciproce sumptis.

Si duo mobilia uniformiter lata percurrant duas longitudines, erunt tempora inter se in ratione composita ex rationibus longitudinis ad longitu-

Sint enim (in eadem figura tertia) duæ longitu-

PARS III. 16.

dinem et impetus ad impetum reciproce sumptis. Item impetus inter se erunt in ratione composita ex rationibus longitudinis ad longitudinem et temporis ad tempus reciproce sumptis.

dines datæ Z et X, quarum altera percursa sit impetu A C, altera impetu A E. Dico tempora lationum esse in ratione composita ex ratione Z ad X, et ex ratione A E, quo impetu fit X, ad A C, qui est impetus quo percursa est Z.

Quoniam enim A F est productum ex ductu impetus A C in tempus A B, erit tempus lationis per Z longitudo, quæ oritur ex applicatione parallelogrammi A F ad rectam A C; est autem ea longitudo A B. Quare ipsa A B est tempus lationis per Z. Similiter, quia A G est productum ex ductu impetus A E in tempus A D, erit tempus lationis per X longitudo, quæ oritur ex applicatione A G ad rectam A D; ea vero longitudo est A D. Quare A D est tempus lationis per X. Sed A B est ad A D in ratione composita ex rationibus A F parallelogrammi ad A G parallelogrammum, et A E impetus ad A C impetum. Quod sic ostenditur. Ponantur ordine A F, A G, D C parallelogramma; eritque manifestum rationem A F ad D C compositam esse ex rationibus A F ad A G, et A G ad D C, sed A F est ad D C ut A B ad A D; quare etiam ratio A B ad A D componitur ex rationibus A F ad A G et A G ad D C. Et quia ut A F ad A G ita est Z ad X, et ut A G ad D C ita impetus A E ad impetum A C, erit ratio A B ad A D composita ex rationibus longitudinis Z ad longitudinem X, et impetus A E ad impetum A C: quod erat ostendendum.

Eadem ratione probari potest, quod in duabus lationibus uniformibus impetus sunt in ratione composita ex rationibus longitudinis percursæ ad longitudinem percursam, et temporis ad tempus, reciproce sumptis.

PARS III. 16.

Nam si (in eadem fig. tertia) supponamus AC esse tempus et AB impetum, quibus percurritur Z, et AE esse tempus et AD impetum, quibus percurritur X, procedet demonstratio ut in articulo præcedente.

Si mobile feratur a duobus simul moventibus uniformiter, quæ in quolibet angulo concurrunt, erit linea, quæ percurritur, recta subtendens angulum complementi ad duos rectos.

8. Si mobile feratur a duobus simul moventibus (quorum utrumque movetur motu recto uniformi) in dato quolibet angulo concurrentibus, linea, quam mobile percurrit, erit recta.

Sit enim (in fig. quarta) movens recta uniformiter A B, quod moveatur donec veniat ad locum C D; sit autem et aliud movens recta item et uniformiter A C, faciens cum movente A B angulum datum quemcunque C A B, intelligaturque moveri eodem tempore ad D B. Sit autem mobile positum in puncto concursus A. Dico lineam, quæ describitur a mobili, esse rectam. Compleatur enim parallelogrammum A B D C, cujus diagonalis sit A D recta; et in recta A B sumatur quodlibet punctum, E, a quo ducatur E F, rectis A C, B D parallela, secans A D in G; et per G ducatur H I, rectis A B, C D parallela; sitque mensura temporis sumpta A C. Quoniam ergo uterque motus eodem fit tempore, quando A B est in C D, erit quoque mobile in C D. Etiam, quando A C est in B D, erit mobile in B D. Sed A B est in C D eodem tempore quo A C est in B D; est ergo mobile eodem tempore in C D et B D; est ergo in communi puncto D. Rursus quoniam motus ab A C ad B D est uniformis, hoc est, spatia percursa sunt in ratione temporum, in quibus sunt percursa; quando A C est in E F, ratio A B ad A E erit eadem quæ E F ad E G, id est, temporis A C ad tempus A H. Quo tempore igitur A C est in E F, eodem tempore erit A B in H I, erit ergo mobile eodem tempore

PARS III. 16.

in E F et H I, et proinde in puncto G. Eodem modo fiet, ubicunque inter A et B ponatur punctum E. Itaque mobile semper invenietur in diagonali A D. Quod erat demonstrandum.

Coroll. Manifestum hinc est eandem rectam A D percurri, quanquam motus non sit uniformis, modo uterque motus similiter acceleratus sit; semper enim erit ratio AB ad AE, eadem quæ A C ad A H.

Si mobile feratur a duobus simul moventibus, quorum alterum movet uniformiter, alterum accelerate, invenire lineam quam describit mobile, modo ratio longitudinum percursarum ad tempora in quibus percurruntur numeris explicari possit.

9. Si mobile feratur a duobus simul moventibus, in dato quolibet angulo concurrentibus, quorum alterum movetur uniformiter, alterum motu a quiete uniformiter accelerato (hoc est, ut impetus sint in ratione temporum; id est, ut ratio longitudinum sit rationis temporum duplicata) donec impetum acquisierit acceleratione impetui motus uniformis æqualem, linea in qua fertur mobile erit linea curva semiparabolæ, cujus basis est impetus ultimo acquisitus.

Sit enim (in fig. quinta) recta A B, quæ moveri intelligatur motu uniformi ad C D; sit autem et aliud movens recta, nempe A C, quod moveri intelligatur eodem tempore ad B D, sed motu uniformiter accelerato, id est, ut spatia transcursa sint perpetuo in ratione temporum duplicata, donec impetus acquisitus sit B D æqualis rectæ A C; fiatque semiparabola A D. Dico per concursum amborum simul moventium fieri, ut mobile percurrat curvam semiparabolicam A D. Compleatur parallelogrammum A B D C; et in recta A B sumatur quodlibet punctum E, a quo puncto ducatur E F secans curvam in G; et per punctum G ducatur H I rectis A B, C D parallela. Quoniam ergo ratio A B ad A E, per hypothesin, duplicata est rationis E F ad E G, hoc est, temporis

A C ad tempus A H; quando A C est in E F, erit A B in H I; ideoque mobile erit in communi puncto G. Similiter accidet, ubicunque fuerit punctum E sumptum inter A et B. Et proinde mobile invenietur semper in parabolica A G D; quod erat demonstrandum.

PARS III. 16.

Si mobile feratur a duobus simul, etc.

10. Si mobile feratur a duobus simul moventibus in dato quolibet angulo concurrentibus, quorum alterum movetur uniformiter, alterum a quiete, donec impetum acquisierit impetui motus uniformis æqualem, ita acceleratur, ut ratio longitudinum percursarum sit ubique rationis temporum, in quibus percurruntur, triplicata; linea, in qua fertur mobile, erit curva semiparabolastri ex mediis duabus primi, cujus basis est impetus ultimo acquisitus.

Sit enim (in fig. sexta) recta A B, quæ moveatur uniformiter ad C D; sit autem et aliud movens A C, quod eodem tempore moveatur ad B D motu ita accelerato, ut longitudinum percursarum ratio rationis temporum sit ubique triplicata, impetus autem ultimo acquisitus sit B D æqualis rectæ A C. Fiatque curva semiparabolastri ex duabus mediis primi A D. Dico per consursum amborum simul moventium fieri, ut mobile percurrat curvam illam A D. Compleatur parallelogrammum A B D C, et in recta A B sumatur punctum quodlibet E, a quo puncto ducatur E F secans curvam in G; per punctum G ducatur H I rectis A B, C D parallela. Quoniam igitur ratio A B ad A E (per hypothesin) est triplicata rationis E F ad E G, hoc est, temporis A C ad tempus A H; quando A C est in E F, erit A B in H I; quare mobile erit in communi puncto G. Atque idem demon-

PARS III. 16.

Si mobile feratur a duobus simul, etc.

stratur ubicunque inter A et B sumatur punctum E. Et per consequens semper erit mobile in curva A G D. Quod erat demonstrandum.

11. Eadem methodo ostendi potest, quæ linea sit quam percurrat mobile actum a duobus moventibus per concursum quibuscunque, quorum quidem unum moveatur uniformiter, alterum autem accelerate, sed secundum rationes spatiorum et temporum numeris explicabiles, quales sunt rationes duplicata, triplicata, et sic deinceps, vel quales sunt quæ quocunque numero fracto designari possunt. Regula autem est hujusmodi. Numeri duo longitudinis et temporis simul addantur; horum summa sit fractionis denominator, cujus numerator sit numerus longitudinis. Fractionem hanc quære in tabella articuli tertii Cap. 17; eritque linea quæsita ea, quæ pertinet ad trilineum a sinistra ascriptum, et species ejus quæ supra ipsam fractionem numeratur. Exempli causa. Sit concursus duorum moventium, quorum alterum movetur uniformiter, alterum motu ita accelerato, ut spatia sint ad tempora in ratione 5 ad 3. Fiat fractio, cujus denominator est summa ex 5 et 3, numerator autem 5. Est igitur fractio illa $\frac{5}{8}$. Adi tabellam, invenies $\frac{5}{8}$ in ordine cui ascribitur trilineum ex mediis quatuor, et in eo ordine tertium. Itaque linea, quæ percurritur ab hujusmodi moventium consursu, erit linea curva parabolastri ex mediis quatuor tertii.

12. Si motus fiat per concursum moventis uniformiter, et moventis motu utcunque accelerato; movens uniformiter minus promovebit mobile in singulis spatiis parallelis, quam si uterque motus esset uniformis, et eo minus quo motus magis est acceleratus.

PARS III. 16.

Si mobile feratur a duobus simul, etc.

Sit enim (in fig. 7.) mobile positum in A, quod moveatur a duobus moventibus, altero quidem uniformiter moto ab A B recta ad C D rectam sibi parallelam, altero autem utcunque accelerate moto a recta A C ad D B rectam sibi parallelam; et sumatur in parallelogrammo A B D C spatium inter duas quaslibet parallelas E F, G H. Dico, quod dum movens A C permeat latitudinem quæ est inter E F, G H, minus promovetur mobile ab A B versus C D, quam si motus ab A C ad B D fuisset uniformis.

Supponamus enim quod, quo tempore mobile virtute moventis ab A C versus B D descendit ad parallelam E F, eodem tempore idem mobile, virtute moventis ab A B ad C D, perveniat ad punctum in E F quodcunque, F; ducatur recta A F, et producatur indeterminate, secans G H in H. Quoniam ergo est ut A E ad A G ita E F ad G H; si modo A C descenderet versus B D uniformiter, mobile in tempore G H (facimus enim A C et parallelas ejus mensuram temporis) inveniretur in puncto H. Sed quoniam A C supponitur moveri versus B D motu semper accelerato, id est, in ratione spatii ad spatium majore quam temporis ad tempus, erit mobile tempore G H in parallela aliqua ulteriore, puta, inter G H et B D; sit ergo mobile ad finem temporis G H in parallela I K, sumaturque in I K recta I L ipsi G H æqualis; ergo mobile, cum est in parallela I K, erit in puncto L. Quare mobile, cum erat in parallela G H, erat in puncto aliquo inter G et H, puta in M; erat autem, quando uterque motus erat uniformis, in ipso puncto H. Itaque dum movens A C percurrit latitudinem quæ est inter E F, G H,

Si mobile feratur a duobus simul, etc.

minus promovetur mobile ab A B versus C D, quam si uterque motus esset uniformis. Quod erat demonstrandum.

13. Data longitudine percursa dato tempore motu uniformi, longitudinem invenire quæ percurretur eodem tempore motu uniformiter accelerato, id est, ita ut longitudines percursæ sint ubique in ratione temporum duplicata, et impetus ultimo acquisitus æqualis sit tempori.

Sit (in figura 8) longitudo A B percursa motu uniformi, tempore A C; oportet longitudinem aliam invenire, quæ percurratur motu uniformiter accelerato, eodem tempore, ita ut impetus ultimo acquisitus æqualis sit rectæ A C.

Compleatur parallelogrammum A B D C, et dividatur B D bifariam in E, et inter B E, B D sumatur media proportionalis B F, ductaque A F producatur ad occursum C D productæ in G, compleaturque parallelogrammum A C G H. Dico A H esse longitudinem quæsitam.

Fiat enim ut ratio duplicata ad rationem simplicem, ita A H ad aliam, A I; eritque A I semissis A H; ducaturque I K parallela rectæ A C, secans diagonalem A D in K et rectam A G in L. Quoniam ergo A I est semissis A H, erit quoque I L semissis B D, id est, æqualis B E, et I K æqualis B F. Cum enim B D, id est G H, B F, B E, id est I L, sint continue proportionales, erunt quoque A H, A B, A I continue proportionales. Sed ut A B ad A I, hoc est, ut A H ad A B, ita B D ad I K, et ita etiam G H, id est B D, ad B F; sunt ergo B F, I K æquales. Jam ratio A H ad A I duplicata est rationis A B ad A I, hoc est, rationis B D ad I K, sive G H ad I K; erit ergo punctum

K in parabola, cujus diameter est A H, basis autem GH æqualis A C. Quare mobile procedens a quiete in A, motu uniformiter accelerato, tempore A C, longitudine percursa A H acquiret impetum GH æqualem tempori A C, id est, impetum quo mobile percurret tempore A C ipsam longitudinem A C. Data ergo longitudine, etc. quod erat propositum.

Si mobile feratur a duobus simul, etc.

14. Data longitudine dato tempore motu uniformi percursa, longitudinem invenire quæ percurretur eodem tempore, motu ita accelerato, ut longitudines percursæ ubique sint in ratione temporum triplicata, utque impetus ultimo acquisitus æqualis sit dato tempori.

Sit (in fig. 9) data longitudo A B percursa motu uniformi tempore A C. Invenienda autem est longitudo quæ eodem tempore percurratur, sed motu ita accelerato, ut longitudines percursæ ubique sint in ratione temporum, in quibus percurruntur, triplicata, et impetus ultimo acquisitus sit tempori, quod datum est, æqualis.

Compleatur parallelogrammum A B D C, et dividatur B D in E, ita ut B E sit pars tertia totius B D, et inter B D, B E sumatur media proportionalis B F; ducta autem A F producatur ad occursum rectæ C D in G; et compleatur parallelogrammum A C G H. Dico A H esse longitudinem quæsitam.

Fiat enim ut ratio triplicata ad rationem simplicem, ita A H ad aliam, A I, eritque A I tertia pars totius A H; ducatur I K parallela rectæ A C, secans diagonalem A D in K, et rectam A G in L; fiat deinde ut A B ad A I, ita A I ad aliam, A N. Et a puncto N ducatur N Q parallela A C, secans

PARS III. 16.

Si mobile feratur a duobus simul, etc.

A G, A D et productam F K in P, M, O. Postremo ducantur F O, L M æquales et parallelæ rectis B N, I N. His constructis, erunt A H, A B, A I, A N longitudines percursæ continue proportionales. Similiter, tempora G H, B F, I L et N P, hoc est, N Q, N O, N M, N P erunt continue proportionalia, in eadem ratione in qua sunt A H, A B, A I, A N. Est ergo ratio A H ad A N eadem quæ ratio B D, id est N Q, ad N P et ratio N Q ad N P triplicata rationis N Q ad N O, hoc est, triplicata rationis B D ad I K; quare ratio longitudinis A H ad longitudinem A N triplicata est rationis temporis B D ad tempus I K; quare curva trilinei ex duabus mediis primi, cujus diameter est A H et basis G H æqualis A C, transibit per punctum O, et proinde percurretur A H tempore A C, habebitque impetum ultimo acquisitum G H, æqualem A C, et rationem longitudinum, quibuslibet temporibus percursarum, rationis ipsorum temporum triplicatam. Erit ergo A H longitudo quam oportebat invenire.

Eadem methodo, si detur longitudo quolibet dato tempore motu uniformi percursa, inveniri potest longitudo eodem tempore percursa motu accelerato secundum rationem longitudinum rationis temporum quadruplicatam, quintuplicatam, et sic deinceps in infinitum. Nam si BD dividatur in E, ita ut B D sit ad B E ut 4 ad 1, et inter BD, B E sumatur media F B, et fiat ut A H ad A B ita A B ad tertiam, et rursus ita tertia illa ad quartam, et quarta ad quintam A N, ita ut ratio A H ad A N sit quadruplicata rationis A H ad A B, et completo parallelogrammo N B F O, transibit per O curva trilinei ex mediis tribus primi, et proinde

Si mobile feratur a duobus simul, etc.

mobile acquiret impetum G H æqualem A C, in ipso tempore A C, et sic de cæteris.

15. Etiam, si ratio longitudinum percursarum ad rationem temporum sit ut numerus quilibet ad numerum quemlibet, longitudo eo motu et tempore percursa eadem methodo invenietur.

Sit enim (in figura 10) tempus A C, in quo mobile A perveniat motu uniformi ad B, et completo parallelogrammo A B D C, invenienda est longitudo quam mobile ab A, eodem tempore A C, percurrat motu ita accelerato, ut longitudines percursæ ubique sint in ratione temporum sesquialtera, hoc est, ut 3 ad 2.

Dividatur B D in E, ita ut BD sit ad B E ut 3 ad 2, et inter B D, B E sumatur media B F, ductaque A F producatur ad occursum C D in G, et sumpta inter A H, A B media A M, fiat ut A M ad A B, ita A B ad A I, eritque ratio A H ad A I sesquialtera rationis A H ad A B (nam quarum rationum A H ad A M est una, ratio A H ad A B est duæ, et ratio A H ad A I tres); et proinde etiam sesquialtera rationis G H ad B F, et (ducta F K parallela B I, secante A D in K) sesquialtera rationis G H seu B D ad I K. Sunt ergo longitudines A H, A I in ratione, quæ est ad rationem temporum B D, I K, ut 3 ad 2; et proinde, si mobile tempore A C, ita ut propositum est, acceleretur donec acquisierit impetum H G æqualem A C, erit longitudo eodem tempore percursa A H.

16. Quod si ratio longitudinum rationi temporum fuisset ut 4 ad 3, sumendæ essent inter A H, A B duæ mediæ proportionales, et earum ratio continuanda esset una vice ulterius, ita ut A H ad A B haberet tres rationes, quarum A H ad A I

PARS III. 16.

Si mobile feratur a duobus simul, etc.

haberet quatuor; cætera autem peragenda essent ut ante. Modus autem medias quaslibet inter datas lineas interponendi nondum traditus est. Hoc tamen in universum pronunciari potest: *Si detur tempus, et longitudo eo tempore motu uniformi percursa, verbi gratia,* A C *tempus,* A B *longitudo; recta* A G, *determinans longitudinem* C G *vel* A H *percursam eodem tempore* A C *motu accelerato quocunque, secabit* B D *ita in* F, *ut* B F *sit media proportionalis inter* B D *et partem ejus* B E *ita sumptam, ut ratio longitudinis ad longitudinem sit ubique ad rationem temporis ad tempus, ut* B D *tota ad* B E *partem.*

17. Si tempore dato mobile percurrat duas longitudines, alteram motu uniformi, alteram motu accelerato, in quacunque ratione longitudinum ad tempora; et rursus in parte illius temporis iisdem motibus percurrat partes earundem longitudinum; erit excessus longitudinis totius supra totam in eadem ratione cum excessu partis supra partem.

Sit, exempli causa, (in fig. 8) longitudo A B percursa tempore A C motu uniformi, et eodem tempore A H percursa motu uniformiter accelerato, ita ut impetus ultimo acquisitus sit G H æqualis A C; sumatur autem in A H pars quælibet A I, quæ percurratur in parte temporis A C motu uniformi; rursus intelligatur A B percurri in eadem parte temporis A C motu uniformiter accelerato. Dico esse ut A H ad A B, ita A B ad A I. Ducatur I K parallela A C secans A D in K, compleaturque parallelogrammum AIKM; divisa autem I K bifariam in N, inter I N, I K sumatur media proportionalis I L, eritque recta A L in ipsa recta A G (dividuntur enim I K, B F

Si mobile feratur a duobus simul, etc.

in punctis E, F et N, L in easdem rationes). Quare producta A L ad occursum M K productæ incidet in eam ad punctum F, et divisa A B bifariam in O, erit ut I K ad I N, ita A B ad A O. Quoniam ergo I L media est inter I K, I N, erit quoque A I media inter A B et A O ejus semissem. Est autem A B media inter A H et ejus semissem A I. Quare ut A H ad A B mediam inter A H, A I, ita est A B ad A I mediam inter A B, A O; et proinde ita excessus A H supra A B (qui est B H) ad B I excessum A B supra A I; quod erat, etc. Simili demonstratione probari potest idem hoc theorema in quacunque alia accelerationum ratione, numeris quidem explicabili.

18. In quolibet parallelogrammo si duo latera angulum continentia eodem tempore moveantur ad latera sibi opposita, alterum quidem motu uniformi, alterum autem motu uniformiter accelerato; latus quod movetur motu uniformi, concursu suo per totam longitudinem suam tantumdem efficit, quantum efficeret, si alter etiam motus esset uniformis, longitudo vero, eodem tempore percursa, media proportionalis inter totam et dimidiam.

Sit (in fig. 11) parallelogrammum A B D C; intelligatur autem latus A B moveri motu uniformi, donec jaceat in C D; sitque tempus illius motus A C sive B D. Eodem etiam tempore intelligatur moveri A C motu uniformiter accelerato, donec jaceat in B D. Deinde divisa A B bifariam in E, sumatur inter A B et A E media proportionalis A F, et ducta F G parallela ipsi A C, intelligatur idem latus A C, et eodem tempore, moveri motu uniformi donec jaceat in F G. Dico A B totam tantum conferre ad velocitatem mobilis

PARS III. 16.

Si mobile feratur a duobus simul, etc.

positi in A, quando motus A C est uniformiter acceleratus usque ad B D, quantum confert pars A F, quando motus lateris A C est uniformis eodem tempore usque ad F G.

Quoniam enim A F est media proportionalis inter totam A B et semissem A E, erit impetus motus ab A C ad B D, acceleratione uniformi ultimo acquisitus, (per art. 13) ipsa B D; et proinde recta F B est excessus, quo longitudo, ab A C percursa motu uniformiter accelerato, superat longitudinem percursam ab eadem A C, eodem tempore, motu uniformi, cum impetu ubique ipsi B D æquali. Quare si tota A B moveatur uniformiter ad C D, eodem tempore quo A C movetur uniformiter ad F G, pars F B, cum non concurrat cum motu lateris A C, quod supponitur consistere in F G, motui ejus nihil conferet. Rursus supposito quod latus A C moveatur ad B D motu uniformiter accelerato, latus A B motu suo uniformi ad C D minus promovet mobile in singulis parallelis acceleratum quam non acceleratum, et tanto minus quanto major est acceleratio (ut ostensum est art. 12). Itaque quando A C est in F G, per motum acceleratum, mobile non erit in latere C D ad punctum G, sed ad punctum D; ita ut G D sit excessus, quo longitudo, facta motu accelerato ad B D, superat longitudinem factam motu uniformi ad F G. Effugit ergo mobile acceleratione sua actionem partis A F, ita ut perveniat ad latus C D tempore quidem A C, sed in longitudine C D, quæ est longitudini A B æqualis. Quare tempore A C motus uniformis ab A B ad C D, in longitudine tota A B, non plus agit in mobile uniformiter acceleratum ab A C ad D B, quam si esset A C mota eodem tempore motu

Si mobile feratur a duobus simul, etc.

uniformi ad F G. Differentia in eo solo consistit, quod cum A B agit in mobile uniformiter motum ab A C ad F G, id, quo motus acceleratus superat uniformem, totum simul est in F B vel G D; sed quando eadem A B agit in mobile acceleratum, id, quo motus acceleratus superat uniformem, dispergitur per totam longitudinem A B sive C D; sed tamen ut totum collectum æquale sit eidem F B sive G D. Itaque in quolibet parallelogrammo, etc. Quod erat demonstrandum.

19. Eadem methodo, si longitudines percursæ habeant aliam quamcunque ad tempora sua rationem, numeris explicabilem, et latus A B divisum sit in E, ita ut A B sit ad A E, ut ratio longitudinum ubique percursarum ad rationem temporum quibus percurruntur, sumaturque inter A B et A E media proportionalis A F, ostendi potest, latus, quod movetur motu uniformi, concursu suo per totam longitudinem A B tantundem efficere, quantum efficeret si alter etiam motus uniformis esset, longitudo vero, eodem tempore A C percursa esset media illa A F.

Atque hactenus de motu per concursum.

CAPUT XVII.

DE FIGURIS DEFICIENTIBUS.

1. Figuræ deficientis, completæ, complementi, rationum proportionalium et commensurabilium definitiones.--2. Figuræ deficientis ad complementum suum ratio.—3. Figurarum deficientium in parallelogrammo descriptarum ad complementa sua rationes, in tabella expositæ.—4. Earundem figurarum descriptio et productio.—5. Earundem tactio.—6. In qua ratione eædem figuræ excedunt triangulum rectilineum ejusdem altitudinis et basis. — 7. Figurarum deficientium solidarum in cylindro descriptarum tabella. — 8. In qua ratione eædem figuræ excedunt conum ejusdem altitudinis et basis. — 9. Figura plana deficiens in parallelogrammo, quomodo ita describatur, ut sit ad triangulum ejusdem basis et altitudinis, ut alia deficiens (sive plana sive solida) bis sumpta, ad eam ipsam deficientem una cum figura completa in qua describitur. — 10. Translatio proprietatum quarundam, quas habent dictæ figuræ descriptæ in parallelogrammo, ad rationes spatiorum variis gradibus velocitatis transmissorum.—11. De figuris deficientibus descriptis in circulo. — 12. Propositionis demonstratæ art. 2, confirmatio quædam ex philosophia prima. 13. De æqualitate inter superficiem portionis sphæræ et circulum.—14. Quomodo ex descriptis figuris deficientibus in parallelogrammo, interjici possunt inter duas lineas rectas quotlibet mediæ proportionales.

PARS III. 17.

Figuræ deficientis, completæ, complementi, rationum proportionalium et commensurabilium definitiones.

1. *Figuras deficientes eas appello, quas generari posse intelligimus a quantitate aliqua uniformiter mota, simulque decrescente donec tota evanescat.*

Figuram completam deficienti respondentem illam appello, quæ, ab eadem quantitate semper integra, eodem tempore generatur, quo generatur deficiens.

Figuræ deficientis complementum illa figura est, quæ deficienti addita ipsam completam facit.

Rationes proportionales sunt quatuor rationes, quarum prima est ad secundam, ut tertia ad quartam. PARS III. 17.

Exempli gratia, si prima ratio sit rationis secundæ duplicata, et rursus ratio tertia rationis quartæ duplicata, dicentur illæ rationes proportionales.

Rationes autem commensurabiles sunt, quæ habent inter se rationem quam habet numerus ad numerum; ut si rationis datæ ratio una quidem duplicata sit, alia vero triplicata, erit duplicata ad triplicatam ut 2 ad 3, ad datam vero ut 2 ad 1; et propterea tres illas rationes appello commensurabiles.

Figuræ deficientis ad complementum suum ratio.

2. Figura deficiens, facta a quantitate continuo decrescente donec evanescat, secundum rationes ubique proportionales et commensurabiles, est ad complementum suum, ut ratio totius altitudinis ad altitudinem quolibet tempore diminutam, ad rationem quantitatis integræ, quæ figuram describit, ad eandem tempore eodem diminutam.

Describatur parallelogrammum A B C D (fig. 1), intelligaturque basis A B moveri parallela ad C D, ita ut, dum movetur, perpetuo decrescat donec evanescat in puncto C; sitque ratio diminutæ A B ad ipsam A B integram ubique eadem quæ ratio A C ad A G, vel ubique duplicata, vel triplicata, vel in alia quacunque ratione rationis ad rationem. Dum A B eo modo decrescit, punctum B describat lineam aliquam, puta B E F C. Dico jam, si ratio A C ad A G sit eadem quæ ratio A B ad G E, spatium A B E F C esse ad spatium DCFEB ut 1 ad 1; si vero ratio A C ad A G sit duplicata rationis A B ad G E, spatium A B E F C esse ad

PARS III. 17.

spatium D B E F C ut 2 ad 1; si triplicata, ut 3 ad 1; et sic deinceps.

Figuræ deficientis ad complementum suum ratio.

LEMMA I. Qua ratione velocitas puncti moti augetur, eadem ratione augentur quoque spatia ab eo iisdem vel æqualibus temporibus percursa.

LEMMA II. Si inter duas rectas interponantur mediæ tum arithmeticæ tum geometricæ numero infinitæ, hæ et illæ magnitudine non different.

In parallelogrammo A B C D (fig. 1) concipiatur latus A B moveri ad latus C D parallelῶs et movendo decrescere donec tandem evanescat in puncto C; et per talem motum descripta sit figura A B E F C, relicto complemento D C F E B, cujus linea B E F C describitur a termino B decrescentis A B. Eodem autem tempore moveri intelligatur latus A C ad latus B D, uniformiter. Potest igitur haberi C D pro mensura temporis. Rectæ autem, ipsi C D parallelæ, terminatæ ab una parte in linea B E F C, ab altera parte in recta A C, erunt mensuræ partium temporis, in quo A B movetur ad C D et A C ad B D.

Sumatur jam in recta C D arbitrarie punctum O, ducaturque O S parallela lateri B D, secans lineam B E F C in E et rectam A B in S. Rursus, a puncto Q sumpto in C D ad libitum, ducatur eidem lateri B D parallela Q R, secans B E F C in F et A B in R. Ducantur etiam E G, F H parallelæ C D, secantes A C in G et H. Postremo idem supponatur factum esse per omnia puncta lineæ B E F C.

Dico jam esse ut aggregatum omnium velocitatum, quibus describuntur rectæ Q F, O E, D B cæteræque omnes eadem methodo genitæ, ad aggregatum temporum designatorum per rectas H F, G E, A B et cæteras, ita planum D C F E B

PARS III. 17.

Figuræ deficientis ad complementum suum ratio.

ad planum A B E F C. Sicut enim A B, decrescendo per lineam B E F C, in tempore C D evanescit in punctum C, ita C D, ipsi A B æqualis, decrescendo per eandem lineam C F E B, eodem tempore evanescit in punctum B, descripta recta D B æquali A C. Sunt ergo velocitates quibus describuntur A C et D B, inter se æquales. Rursus quoniam tempore, quo punctum O describit rectam O E, eodem tempore punctum S describit rectam S E, erit O E ad S E ut velocitas qua describitur O E, ad velocitatem qua describitur S E. Et propter eandem causam Q F erit ad R F ut velocitas qua describitur Q F, ad velocitatem qua describitur R F; et sic de cæteris omnibus parallelis. Ut ergo rectæ, quæ sunt parallelæ lateri AB terminanturque in linea B E F C, sunt mensuræ temporum, ita rectæ quæ sunt parallelæ lateri B D terminatæque in eadem linea B E F C, sunt mensuræ velocitatum. Nam (per lemma 1) in qua ratione augentur velocitates, in eadem augentur rectæ eodem tempore percursæ, nempe Q F, O E, B D, &c.

Jam lineæ illæ omnes Q F, O E, B D, &c. constituunt planum D B E F C; et lineæ omnes H F, G E, A B, &c. id est omnes E S, F R, C A, &c. constituunt planum A C F E B. Quarum illæ sunt aggregatum velocitatum, hæ aggregatum temporum. Ut igitur aggregatum velocitatum ad aggregatum temporum, ita complementum D B E F C ad figuram A B E F C. Siquidem ergo rationes D B ad O E, et O E ad Q F fuerint ubique rationum A B ad G E, et G E ad H F (exempli causa) triplicatæ, erunt vice versa rationes OE ad D B, et Q F ad O E, rationum G E ad A B et H F ad G E subtriplicatæ. Quare aggregatum

PARS III. 17.

omnium Q F, O E, B D, &c. aggregati omnium H F, G E, A B, &c. erit (per lemma II) subtriplum. Ut ergo aggregatum velocitatum ad aggregatum temporum, quibus describuntur figura deficiens et complementum, ita erit ipsum complementum ad figuram deficientem, nimirum complementum D B E F C ad figuram A B E F C. Quod erat demonstrandum.

Figurarum deficientium in parallelogrammo descriptarum ad complementa sua rationes, in tabella expositæ.

3. Per hanc propositionem, comparari possunt figuræ omnes deficientes (quarum rationes, quibus continuo decrescunt bases, sunt proportionales rationibus, quibus decrescunt altitudines) cum magnitudinibus suorum complementorum, et per consequens, cum magnitudinibus figurarum completarum. Invenientur autem ita se habere ut in tabulis sequentibus; ubi primo, cum parallelogrammo comparuntur trilinea, quorum primum est triangulum rectilineum, quod fit ex base linea recta decrescente, ita ut altitudines sint semper in eadem ratione qua bases; ideoque æquale est triangulum rectilineum suo complemento, sive rationes altitudinum et basium sunt ut 1 ad 1, unde fit ut triangulum illud sit parallelogrammi dimidium. Secundum est trilineum, quod fit a decrescente base in ratione altitudinum ubique subduplicata, et proinde erit figura deficiens sui complementi dupla, parallelogrammi autem subsesquialtera. Deinde ratio altitudinum rationis basium potest esse triplicata, et tunc figura deficiens erit complementi sui tripla, parallelogrammi vero subsequitertia. Potest etiam ratio altitudinum rationis basium esse sesquialtera, et tunc figura deficiens erit complementi sui sesquialtera, parallelogrammi vero supertripartiens quintas sive $\frac{3}{5}$;

et sic ulterius, ut in tabula proxime sequente, prout plures mediæ sumuntur proportionales, id est, prout rationes multiplicantur. Exempli causa, si bases decrescant ita ut ratio altitudinum ubique sit ad rationem basium ut 5 ad 2, quæritur quænam fit ratio figuræ factæ ad parallelogrammum, quod ponitur esse unum; quoniam, ubi ratio quinquies sumitur, quatuor sunt media, vide trilinea ex mediis quatuor; deinde (propter numerum 2) vide in parte superna ordinem secundum; in concursu habetur $\frac{5}{7}$ quod indicat figuram deficientem esse ad parallelogrammum ut $\frac{5}{7}$ ad 1, sive ut 5 ad 7.

	1	2	3	4	5	6	7
Parallelogrammum	1	:	:	:	:	:	:
Triangulum rectilineum . .	$\frac{1}{2}$	:	:	:	:	:	:
Trilineum ex media una . .	$\frac{2}{3}$	:	:	:	:	:	:
Trilineum ex duabus mediis .	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{5}$	:	:	:	:	:
Trilineum ex mediis tribus .	$\frac{4}{5}$	$\frac{4}{6}$	$\frac{4}{7}$	:	:	:	:
Trilineum ex mediis quatuor .	$\frac{5}{6}$	$\frac{5}{7}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{9}$	:	:	:
Trilineum ex mediis quinque	$\frac{6}{7}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{6}{9}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{6}{11}$	:	:
Trilineum ex mediis sex . .	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{9}$	$\frac{7}{10}$	$\frac{7}{11}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{7}{13}$	:
Trilineum ex mediis septem .	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{10}$	$\frac{8}{11}$	$\frac{8}{12}$	$\frac{8}{13}$	$\frac{8}{14}$	$\frac{8}{15}$

4. Ut autem natura dictorum trilineorum melius intelligatur, ostendemus quomodo per puncta describi possunt; et primo de iis quæ sunt in tabellæ columna prima. Descripto (in fig. 2) parallelogrammo quocunque A B C D, ducatur diagonalis B D, et habemus triangulum rectilineum B C D, parallelogrammi dimidium. Deinde ducantur lateri B C parallelæ plures E F, secantes diagonalem B D in G; fiatque ubique ut E F ad E G, ita E G

Earundem figurarum descriptio et productio.

PARS III. 17.

Earundem figurarum descriptio et productio.

ad aliam, E H; et per omnia puncta H ducatur linea D H H B; habebimusque trilineum B H H D C, quod voco ex media una; quia in tribus proportionalibus, ut E F, E G, E H, unica est media, nempe E G; estque trilineum hoc parallelogrammi $\frac{2}{3}$, nempe parabola. Rursus fiat ut E G ad E H, ita E H ad aliam, E I; ducaturque linea B I I D, habebiturque trilineum B I I D C quod est parallelogrammi tres quartæ, vocaturque a nonnullis parabola cubica. Eodem modo si rationes in E F sumptæ ulterius continuentur, emergent trilinea cætera columnæ primæ. Quod verum esse ostendemus hoc modo. Ducantur rectæ basi D C parallelæ, ut H K, G L; quoniam ergo E F est ad E H in duplicata ratione E F ad E G sive B C ad B L, hoc est, C D ad L G, sive K M ad K H, erit B C ad B K in duplicata ratione K M ad K H; sed ut B C ad B K, ita D C sive K M ad K N; est ergo K M ad K N in duplicata ratione K M ad K H; idque, ubicunque ponatur recta parallela K M; est ergo figura B H D C dupla complementi sui B H D A, et proinde totius parallelogrammi $\frac{2}{3}$. Eodem modo si ducatur OPIQ, ostendi potest rationem O Q ad O P, id est, B C ad B O, triplicatam esse rationis O Q ad O I, et proinde figuram B I D C esse triplam complementi sui B I D A, et per consequens totius parallelogrammi tres quartas, etc.

Secundo, ut describantur trilinea quæ sunt in quolibet ordinum transversorum, faciendum est hoc modo. Sit parallelogrammum (in fig. 3) A B C D, cujus diagonalis B D; volo in eo describere trilinea, quæ in tabella præcedente appello trilinea ex mediis tribus. Duco igitur E F paral-

Earundem figurarum descriptio et productio.

lelam D C, toties quoties opus erit, secantem B D in G, et sumo inter E F, E G tres medias proportionales E H, E I, E K. Itaque ductis lineis per omnia puncta H, fiet figura B H D C, ex istis trilineis primum; et per omnia puncta I fiet B I D C, ex iisdem trilineis secundum; et per omnia puncta K, fiet trilineum tertium B K D C. Horum primum (quia ratio E F ad E G quadruplicata est rationis E F ad E H) erit ad complementum suum ut 4 ad 1, et ad parallelogrammum ut 4 ad 5. Secundum (quia ratio E F ad E G ad rationem E F ad E I est ut 4 ad 2) erit complementi sui duplum, et parallelogrammi $\frac{4}{6}$ sive subsesquialterum. Tertium (quia ratio E F ad E G ad rationem E F ad E K est ut 4 ad 3) erit complementi sui sesquitertium, sive ut 4 ad 3; parallelogrammi vero quatuor septimæ, sive ut 4 ad 7.

Descripta harum figurarum quælibet produci po test quantum quis voluerit, hoc modo. Sit A B C D (in fig. 4) parallelogrammum, in quo descripta sit figura B K D C, eadem quæ in figura proxime præcedente, nempe ex mediis tribus tertium. Producatur B D utcunque in E, et fiat E F parallela basi D C, secans A D productam in G; sumatur jam in G E punctum H, ita ut ratio F E ad F G sit quadruplicata rationis F E ad F H; quod fiet si F H sit trium proportionalium, inter F E et F G interjectarum, maxima; transibit linea curva B K D producta, per punctum H. Ducta enim B H recta secante C D in I, et H L parallela rectæ G D, quæ occurrat C D productæ in L, erit C L ad C I ut F E ad F G, hoc est, in ratione F E ad F H sive C D ad C I quadruplicata. Quare punctum H est

PARS III. 17.

in linea B K D producta secundum generationem ipsius B K D.

Earundem tactio.

5. Tangitur autem dictarum figurarum quælibet in quolibet puncto, hoc modo. Sit linea (in fig. 4) B K D H tangenda in puncto D. Jungantur puncta B, D, ducaturque D A æqualis et parallela B C; et quia figura hæc ponitur exempli causa ex tribus mediis tertia, sumantur in A B tria puncta quibus ipsa A B dividitur in quatuor partes æquales, ex quibus partibus sumantur tres nempe A M, ut A B sit ad A M, ut figura B K D C ad suum complementum; ducta recta M D tanget figuram in puncto D. Ducatur enim parallela R Q utcunque inter A B et D C, secans B D rectam, B K D curvam, M D rectam, et A D rectam in punctis P, K, O, Q; erit ergo R K, per constructionem, trium geometrice mediarum inter R Q et R P minima. Itaque (per coroll. art. 28, cap. XIII) minor est R K quam R O; cadit ergo M D extra figuram. Continuetur jam M D in N, et erit F N trium mediarum inter F E et F G maxima in ratione arithmetica, et F H trium mediarum maxima quoque inter easdem F E, F G, in ratione geometrica; quare (per dictum corollarium, art. 28, cap. XIII) minor erit F H quam F N; cadet ergo D N extra figuram, tangetque figuram recta M N in unico puncto D.

In qua ratione eædem figuræ excedunt triangulum rectilineum ejusdem altitudinis et basis.

6. Cognita ratione deficientis figuræ ad complementum suum, cognoscitur quoque ratio trianguli rectilinei ad excessum, quo ipsum figura deficiens superat. Harum itaque tabellam adjunximus, in qua, si quæras, exempli causa, quantum trilineum ex mediis quinque quartum superat triangulum ejusdem altitudinis et basis, invenies, in concursu

columnæ quartæ cum trilineis ex mediis quinque, $\frac{2}{10}$, quo significatur trilineum illud superare triangulum duabus decimis sive quinta parte ipsius trianguli. PARS III. 17.

	1	2	3	4	5	6	7
Triangulum	1	:	:	:	:	:	:
Excessus. Trilinei ex media unica .	$\frac{1}{3}$		:	:	:	:	:
Trilinei ex mediis duabus .	$\frac{2}{4}$	$\frac{1}{5}$		:	:	:	:
Trilinei ex mediis tribus .	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{1}{7}$		:	:	:
Trilinei ex mediis quatuor .	$\frac{4}{6}$	$\frac{3}{7}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{1}{9}$		:	:
Trilinei ex mediis quinque .	$\frac{5}{7}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{3}{9}$	$\frac{2}{10}$	$\frac{1}{11}$		:
Trilinei ex mediis sex . .	$\frac{6}{8}$	$\frac{5}{9}$	$\frac{4}{10}$	$\frac{3}{11}$	$\frac{2}{12}$	$\frac{1}{13}$	:
Trilinei ex mediis septem .	$\frac{7}{9}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{5}{11}$	$\frac{4}{12}$	$\frac{3}{13}$	$\frac{2}{14}$	$\frac{1}{15}$

7. Conus autem et conoeides trilineorum dictorum sic se habent ut in tabella proxima, scilicet comparata cum cylindro. Exempli gratia, in concursu columnæ secundæ cum trilineis ex mediis quatuor, invenitur $\frac{5}{9}$; ex quo intelligendum est conoeides ex trilineo ex mediis quatuor secundo, esse ad cylindrum ut $\frac{5}{9}$ ad unitatem, sive ut 5 ad 9.

Figurarum deficientium solidarum in cylindro descriptarum tabella.

	1	2	3	4	5	6	7
Cylindrus	1	:	:	:	:	:	:
Conus	$\frac{1}{3}$		:	:	:	:	:
Conoeides. Trilinei ex media unica .	$\frac{2}{4}$			:	:	:	:
Trilinei ex mediis duabus .	$\frac{3}{5}$	$\frac{3}{7}$			:	:	:
Trilinei ex mediis tribus .	$\frac{4}{6}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{4}{10}$			:	:
Trilinei ex mediis quatuor	$\frac{5}{7}$	$\frac{5}{9}$	$\frac{5}{11}$	$\frac{5}{13}$			:
Trilinei ex mediis quinque	$\frac{6}{8}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{6}{12}$	$\frac{6}{14}$	$\frac{6}{16}$		:
Trilinei ex mediis sex . .	$\frac{7}{9}$	$\frac{7}{11}$	$\frac{7}{13}$	$\frac{7}{15}$	$\frac{7}{17}$	$\frac{7}{19}$	:
Trilinei ex mediis septem .	$\frac{8}{10}$	$\frac{8}{12}$	$\frac{8}{14}$	$\frac{8}{16}$	$\frac{8}{18}$	$\frac{8}{20}$	$\frac{8}{22}$

PARS III.
17.

In qua ratione eædem figuræ excedunt conum ejusdem altitudinis et basis.

8. Denique excessus conoeidum ex trilineis dictis supra conum ejusdem cum illis altitudinis et basis, habentur in tabula quæ sequitur.

		1	2	3	4	5	6	7
	Conus . . .	1 :	:	:	:	:	:	: :
Excessus conoeidum supra conum.	Conoeidis trilineæ ex media unica	$\frac{6}{12}$		:	:	:	:	: :
	" " mediis duabus	$\frac{12}{15}$	$\frac{6}{21}$		:	:	:	: :
	" " mediis tribus .	$\frac{18}{18}$	$\frac{12}{24}$	$\frac{6}{30}$		:	:	: :
	" " mediis quatuor	$\frac{24}{21}$	$\frac{18}{27}$	$\frac{12}{33}$	$\frac{6}{39}$		:	: :
	" " mediis quinque	$\frac{30}{24}$	$\frac{24}{30}$	$\frac{18}{36}$	$\frac{12}{42}$	$\frac{6}{48}$		: :
	" " mediis sex . .	$\frac{36}{27}$	$\frac{30}{33}$	$\frac{24}{39}$	$\frac{18}{45}$	$\frac{12}{51}$	$\frac{6}{57}$	:
	" " mediis septem	$\frac{42}{30}$	$\frac{36}{36}$	$\frac{30}{42}$	$\frac{24}{44}$	$\frac{18}{54}$	$\frac{12}{60}$	$\frac{6}{66}$

Figura plana deficiens in pallelogrammo quomodo ita describatur, ut sit ad triangulum ejusdem basis et altitudinis, ut alia deficiens (sive plana sive solida) bis sumpta, ad eam ipsam deficientem una cum figura completa in qua describitur.

9. Si figura deficiens (ut in fig. 5), quælibet earum de quibus proxime supra dictum est, ABCD, inscripta sit in figura completa BE, habens complementum ADCE; fiat autem triangulum ABI, compleaturque parallelogrammum BK; ductæque sint rectæ CI parallelæ innumeræ MF, quarum unaquæque secet figuræ deficientis curvam in D, rectas vero AC, AB, AI, in H, G, L; fiatque ut GF ad GD, ita GL ad aliam, GN; perque omnia puncta N ducatur linea ANI; orietur figura deficiens ANIB, cujus complementum erit ANIK. Dico esse figuram ANIB ad triangulum ABI, ut dupla figuræ deficientis ABCD, ad eandem deficientem una cum completa BE. Nam ut ratio AB ad AG, hoc est, ut ratio GM ad GL est ad rationem GM ad GN, ita est magnitudo figuræ ANIB ad complementum suum ANIK (per articulum 2, hujus capitis). Sed per eundem articulum; ut ratio AB ad AG, hoc est, GM ad GL est ad rationem GF ad GD, hoc est, per constructionem, GL ad GN, ita

est figura A B C D ad complementum ejus ADCE. Et componendo: ut ratio G M ad G L una cum ratione G L ad G N est ad rationem G M ad G L, ita est completa B E ad figuram A B C D. Et convertendo: ut ratio G M ad G L ad rationes ambas G M ad G L et G L ad G N; hoc est, ad rationem ex utraque compositam G M ad G N, ita est figura A B C D ad completam BE. Erat autem, ut ratio G M ad G L ad rationem G M ad G N, ita figura A N I B ad complementum suum A N I K. Sunt ergo ABCD. BE :: ANIB. ANIK proportionales. Et componendo: A B C D + B E. A B C D :: B K. A N I B sunt proportionales. Et duplando consequentia, A B C D + B E. 2 A B C D :: B K. 2 A N I B sunt proportionales. Et sumendo tertiæ et quartæ dimidia, A B C D + B E. 2 A B C D :: A B I. A N I B sunt proportionales. Quod erat probandum.

PARS III. 17.

10. Ex iis quæ de figuris deficientibus in parallelogrammo descriptis dicta sunt, inveniri possunt spatiorum, quæ determinatis temporibus motu accelerato percurruntur, ad ipsa tempora rationes, prout uno vel pluribus gradibus velocitas mobilis singulis augetur temporibus.

Translatio proprietatum quarundam, quas habent dictæ figuræ descriptæ in parallelogrammo, ad rationes spatiorum variis gradibus velocitatis transmissorum.

Sit enim (in fig. 6) parallelogrammum A B C D, in qua descriptum sit trilineum D E B C; ductaque basi parallela ubicunque F G secet B D diagonalem in H, curvam B E D in E; sitque ratio B C ad B F rationis F G ad F E, exempli causa, triplicata; erit ergo figura D E B C complementi sui B E D A tripla. Similiter ducta I E parallela ipsi B C, figura trilinei E K B F erit tripla complementi sui BKEI. Erunt igitur inter se figuræ deficientis partes, a vertice abscissæ a rectis basi parallelis, nempe

PARS III. 17.

Translatio proprietatum quarundam, etc

D E B C, E K B F, ut parallelogramma A C, I F, id est, in ratione composita altitudinum et basium; quoniam ergo altitudo B C ad altitudinem B F ponitur esse in ratione basium D C, F E triplicata, erit figura D E B C ad figuram E K B F in ratione D C ad F E quadruplicata. Eadem methodo inveniri potest ratio cujuslibet ex trilineis prædictis ad partem ejusdem quamcunque abscissam a vertice recta basi parallela.

Jam sicut figuræ dictæ descriptæ intelliguntur ex base, puta C D, decrescente donec desinat in puncto, ut in B, ita etiam descriptæ eædem intelligi possunt a puncto, ut B, crescente donec acquirat magnitudinem quamlibet, ut C D.

Intelligatur igitur a puncto B crescente in magnitudinem C D, descripta B E D C. Quoniam ergo B C est ad B F in ratione C D ad F E triplicata, erit invertendo, ut mox ostendemus, F E ad C D in ratione B F ad B C triplicata. Siquidem ergo recta B C sumatur pro mensura temporis in quo movetur punctum B, repræsentabit figura E K B F summam omnium velocitatum crescentium tempore B F, et figura D E B C repræsentabit summam omnium velocitatum crescentium tempore B C. Quoniam igitur figura E K B F est ad figuram D E B C in ratione altitudinum et basium composita, estque ratio F E ad C D triplicata rationis B F ad B C; erit figura E K B F ad figuram D E B C in ratione B F ad B C quadruplicata, hoc est, summa velocitatum qua itur tempore B F, est ad summam velocitatum qua itur tempore B C, in ratione B F ad B C quadruplicata. Itaque si mobile in B moveatur velocitate ita crescente, ut velocitas tempore B F acquisita sit ad velocitatem tempore

BC acquisitam, in ratione ipsorum temporum BF, BC triplicata, atque ipsum tempus, quo mobile B fertur ad F, sit BF, feretur idem mobile, tempore BC, per lineam quæ erit in ratione continua BF ad BC quinta. Eadem ratione spatia transcursa juxta velocitatis in cæteris rationibus incrementa determinari possunt.

PARS III. 17.

Translatio proprietatum quarundam, etc

Restat ut ostendamus rationem FE ad CD esse rationis BF ad BC triplicatam. Si sint duæ quantitates, una triplo major quam altera, illa, quæ est tripla, reliqua major est. Sed ratio duarum quantitatum inæqualium est quantitas. Ergo si sint duæ rationes, quarum una est alterius tripla, illa major est quæ est tripla alterius.

Duarum rationum, nempe, rectæ FE ad rectam CD, et rectæ BF ad rectam BC, altera est alterius tripla. Ergo illa est reliquæ tripla, quæ est illarum major.

Sed ut BF ad BC, ita est FH ad CD. Ergo duarum rationum FE ad CD, et FH ad CD, illa, quæ major est, est reliquæ tripla. Sed ratio FE ad CD major est quam ratio FH ad CD (per Eucl. Elem. 5, prop. 8). Ergo ratio FE ad CD est tripla rationis FH ad CD, hoc est BF ad BC. Quod restabat demonstrandum.

Scio multiplicatas rationes significari plerumque a geometris per duplicatam, triplicatam, quadruplicatam, &c., vix unquam per duplam, triplam, quadruplam, &c.

Sed in calculo rationum, alia sæpe res est additio, alia, multiplicatio æqualium.

Cujus rei causa est, quod ratio majoris ad minus, quæ est ratio excessus, multiplicando augetur;

PARS III. 17.

sed ratio minoris ad majus, quæ est ratio defectus, multiplicando minuitur.

Translatio proprietatum quarundam, etc

Itaque quo pacto utraque duplicata vel triplicata dici potest omnes facile intelligunt. Sed in duplicata vel triplicata ratione minoris ad majus, ubi quantitatis primæ ad secundam ratio duplo vel triplo major est quam ejusdem primæ ad tertiam, quid dicendum sit pauci cogitaverunt. Itaque quod dixeram in rationibus 1 ad 2 et 2 ad 4, rationem 1 ad 2 duplam esse rationis 1 ad 4, geometriæ professores nostri (quanquam scirent, ex Eucl. Elem. 5, prop. 8, majorem esse rationem 1 ad 2 quam 1 ad 4) neque ferre potuerunt, neque quanto major esset explicare. Quod tamen satis a me explicatum est suo loco, cap. XIII. art. 16. Unde discant, si volunt, quod, quanto major est defectus, tanto minor est ratio; et contra, quanto major est excessus, tanto major est ratio. Nec quærant veritatem in vocibus non Latinis, subduplicatum, subtriplicatum, &c. Nec aliud esse putent duplum, aliud duplicatum; nec aliud dimidium, aliud subduplum aut subduplicatum; meminerintque vocem Græcam διπλασίων apud Euclid. Elem. 3, prop. 20, positam esse, non pro duplicato, sed pro duplo.

Colligi potest ex iis quæ jam ostensa sunt, ubi velocitas alicujus mobilis crescit in eadem ratione cum temporibus, gradus velocitatis augeri ut numeri deinceps ab unitate, 1, 2, 3, 4, &c. Ubi vero augetur velocitas in ratione temporum duplicata, ibi augeri ut numeri ab unitate, omissis alteris, ut 1, 3, 5, 7, &c. Denique ubi rationes velocitatum sunt in ratione temporum triplicata, ibi graduum progressionem esse ut numeri ab unitate, omissis

PARS III. 17.

duobus intermediis, ut 1, 4, 7, 10, &c., et sic deinceps. Nam ubi proportionales geometrice in omni puncto sumptæ sunt, eædem sunt cum proportionalibus arithmetice.

De figuris deficientibus descriptis in circulo.

11. Notandum præterea est, quod sicut in quantitatibus, quæ fiunt a decrescente magnitudine, rationes figurarum sunt inter se ut rationes altitudinum ad rationes basium, ita quoque esse in iis, quæ fiunt a decrescente motu, qui motus nihil aliud est, quam potentia qua figuræ illæ majores minoresve describuntur. Itaque in describenda helice Archimedea per diminutionem continuam semidiametri circuli eadem ratione, qua diminuitur circumferentia, fiet spatium, a semidiametro et helice circumscriptum, tertia pars totius circuli; propterea quod semidiametri circulorum, quatenus ex iis aggregatis circulus ipse fieri seu compleri intelligitur, totidem sunt sectores; unde fit ut sector, qui helicem describit, diminuatur in ratione circumferentiæ circuli, in quo inscribitur, duplicata; ideoque complementum helices, hoc est, spatium illud quod in circulo est extra helicem, duplum sit spatii ipsius helices. Eodem modo, si sumatur media proportionalis ubique inter semidiametrum circuli helicem continentis et partem ejusdem semidiametri illam quæ est intra helicem, orietur figura, quæ totius circuli semissis erit. Denique quæcunque spatia describi possunt a linea vel superficie decrescente sive magnitudine sive potentia, eandem subeunt regulam; ita ut si rationes, quibus decrescunt, commensurabiles sint rationibus temporum, in quibus decrescunt, cognitæ erunt figurarum quas describunt magnitudines.

PARS III. 17.

Propositionis demonstratæ art. 2, confirmatio quædam ex philosophia prima.

12. Propositionis jam articulo 2, demonstratæ veritas (quæque est eorum, quæ diximus de figuris deficientibus, fundamentum) originem habere videtur in philosophia prima, nempe in eo, quod omnem inter duos effectus æqualitatem et inæqualitatem, id est, omnem rationem, proficisci et determinari ab eorundem effectuum causis æqualibus et inæqualibus, sive a ratione quam habent causæ, concurrentes ad unum effectum, ad causas quæ concurrunt ad effectum alterum; ideoque quantitatum quoque rationes easdem esse rationibus causarum suarum. Quoniam ergo in duabus figuris deficientibus, quarum altera est alterius complementum, altera fit per motum certo tempore et ratione decrescentem, altera per motus jacturam iisdem temporibus factam, causæ, quæ quantitates sive rationes utriusque figuræ faciunt determinantque ut aliæ quam sunt esse non possint, non differunt inter se, nisi in eo, quod rationes, juxta quas quantitas generans procedendo ipsam figuram describit, id est, rationes temporum sive altitudinum ubique residuarum, aliæ esse possunt quam rationes, juxta quas eadem quantitas generans decrescendo facit complementum, id est, quam rationes quantitatis generantis ubique diminutæ. Itaque ut ratio temporum, in quibus fit jactura motus, est ad rationem quantitatum decrescentium, quibus generatur figura deficiens; ita erit defectus, sive complementum, ad ipsam figuram factam.

De æqualitate inter superficiem portionis sphæræ, et circulum.

13. Sunt etiam aliæ quantitates ex cognitione causarum suarum, nimirum ex comparatione motuum a quibus fiunt, determinabiles, facilius etiam quam ex communibus geometriæ elementis. Ex-

De æqualitate inter superficiem portionis sphæræ, et circulum.

empli gratia, (in fig. 7) quod superficies cujuslibet portionis sphæræ æqualis sit circulo, cujus radius est ducta a polo portionis ad basis circumferentiam linea recta, probabimus hoc modo. Sit portio sphæræ B A C, cujus axis A E, basis B C; demissa a polo A ad basem in B sit A B, cui æqualis ponatur A D tangens circulum maximum B A C in polo A; probandum est circulum a radio A D æqualem esse superficiei portionis B A C. Super axem A E revolvi intelligatur planum A E B D; describet recta A D circulum; sed A B arcus, superficiem portionis sphæræ; denique subtensa, superficiem coni recti. Quoniam jam eadem est conversio A B rectæ, et A B arcus, habeantque ambæ eosdem terminos A et B, causa quare superficies sphærica, quam facit arcus, major est quam superficies conica quam facit subtensa, est quod A B arcus major est quam A B recta; causa autem quare major est, in eo consistit, quod, etsi ducantur ambæ ab A ad B, recta tamen recte ducitur, arcus vero secundum angulum, quem facit ipse arcus cum subtensa; qui angulus angulo D A B est æqualis (nam angulus contactus angulo segmenti nihil addit, ut ostensum est cap. XIV. art. 16). Quare anguli D A B magnitudo causa est quare superficies portionis, quam describit A B arcus, major est quam superficies coni recti, quam describit A B subtensa.

Rursus, causa quare circulus, quem describit tangens A D, major est quam superficies coni recti, quam describit chorda A B, (cum ipsa tamen tangens ipsi subtensæ sit æqualis, et tempus lationum idem), est, quod A D ad axem recta est, sed A B est obliqua; obliquitas autem illa consistit in eodem angulo D A B. Cum ergo quantitas

PARS III. 17.

anguli D A B faciat excessum tum superficiei portionis, tum etiam circuli a radio A D, super superficiem coni recti, quam describit subtensa A B; tantum superabit circulus a radio A D superficiem conicam, quantum eandem superabit superficies sphærica ab arcu A B. Sunt igitur circulus ab A D sive A B, et superficies sphærica ab arcu A B, inter se æquales. Quod erat probandum.

Quomodo ex descriptis figuris deficientibus in parallelogrammo, interjici possunt inter duas lineas rectas quotlibet mediæ proportionales.

14. Si figuræ deficientes, quas descripsimus in parallelogrammo, exquisite describi possent, possent inde, inter duas rectas datas, tot interponi mediæ proportionales, quot quis voluerit. Exempli gratia, in parallelogrammo A B C D sit descriptum (ut in fig. 8) trilineum ex mediis duabus B E D C, (quod vocatur a nonnullis parabola cubica) sintque datæ duæ rectæ R et S, oporteatque invenire inter R et S duas medias proportionales; hoc modo fiet. Fiat ut R ad S, ita B C ad aliam, B F; tum ducatur F E parallela B A, secans lineam curvam in E; deinde per E ducatur G H parallela et æqualis rectæ A D, secans diagonalem B D in I; eritque inter GH et GE duarum mediarum maxima G I, ex descriptione figuræ tradita artic. 4. Si fiat igitur ut G H ad G I, ita R ad aliam, T, erit T duarum mediarum inter R et S maxima. Itaque si rursus fiat ut R ad T, ita T ad aliam, X, factum erit quod propositum fuit.

Eodem modo si trilineum ex quatuor mediis descriptum sit, inveniri possunt mediæ proportionales quatuor; et sic de cæteris.

CAPUT XVIII.

DE RECTARUM ET PARABOLIFORMIUM LINEARUM ÆQUATIONE.

1. Datæ lineæ parabolicæ æqualem exhibere rectam.—2. Datæ lineæ curvæ parabolastri primi, sive parabolæ cubiformis, rectam invenire æqualem.—3. De rectis inveniendis cæteris ex genere parabolico curvis lineis æqualibus methodus generalis.

PARS III. 18.

1. DATÆ lineæ parabolicæ æqualem exhibere rectam.

Datæ lineæ parabolicæ æqualem exhibere rectam.

Sit linea parabolica data A B C (fig. 1) et inventa diameter A D. Ducatur basis D C, et compleatur parallelogrammum A D C E, jungaturque A C, et divisa A D bifariam in F, ducatur F H æqualis et parallela rectæ D C, secans A C in K, et lineam parabolicam in O. Deinde inter F H et F O sumatur media proportionalis F P, ducanturque rectæ A O, A P et P C. Dico duas rectas A P et P C, simul sumptas, æquales èsse lineæ parabolicæ A B O C.

Nam linea A B O C, cum sit parabolica, generata est a concursu duorum motuum, altero uniformi ab A ad E, altero eodem tempore uniformiter accelerato a quiete in A ad D. Cum autem motus ab A ad E sit uniformis, potest A E repræsentare tempora utriusque motus; sit ergo A E tempus. Quare rectæ in semiparabola ordinatæ singulæ quæque designabunt partem temporis in qua corpus, quod describit lineam A B O C, est in unoquoque ipsius puncto; ita ut quemadmodum, in fine temporis A E vel D C, corpus illud est in C, ita in fine temporis F O, erit in O. Et quoniam velocitas in A D crescit uniformiter, id est in ratione temporum, eædem

PARS III. 18.

Datæ lineæ parabolicæ æqualem exhibere rectam.

ordinatæ in semiparabola designabunt perpetua incrementa impetus, donec fiat maximus: qui maximus impetus designatur a base D C. Itaque supposito quod motus sit uniformis, corpus quod est in A, tempore F K, propter concursum duorum motuum uniformium in A F et F K, movebitur uniformiter in A K. Et K O erit incrementum impetus vel velocitatis acquisiti tempore F K; et A O describetur uniformiter a concursu duorum motuum uniformium per A F et F O, in tempore F O. A puncto O ducatur O L parallela rectæ E C, secans A C in L; et L N parallela D C, secans E C in N, et lineam parabolicam in M, et producatur ex altera parte ad A D in I; eruntque I N, I M, et I L, per constructionem parabolæ, in ratione continua, et æquales tribus rectis F H, F P, et F O, singulæ singulis; et recta, quæ sit rectæ E C parallela transiens per M, incidet in P, et proinde O P erit incrementum impetus acquisiti tempore F O vel I L. Postremo producatur P M ad C D in Q, eritque Q C vel M N vel P H incrementum impetus proportionale tempori F P vel I M vel D Q. Supponitur jam motus uniformis ab H ad C, in tempore P H. Quoniam ergo in tempore F P, motu uniformi, et impetu crescente in ratione temporum, describitur recta A P, et reliquo tempore et impetu, nimirum tempore et impetu P H, describitur C P uniformiter, sequitur totam lineam A P C descriptam esse impetu toto, et tempore eodem in quo describitur linea parabolica A B C. Quare linea A P C, composita ex duabus rectis A P et P C, æqualis est lineæ parabolicæ A B C. Inventa est ergo recta æqualis curvæ lineæ semiparabolæ. Quod erat faciendum.

PARS III. 18.

Datæ lineæ curvæ parabolastri primi, sive parabolæ cubiformis rectam invenire æqualem.

2. Lineæ curvæ parabolastri primi, sive parabolæ cubicæ, invenire æqualem rectam.

Sit A B C (fig. 2) linea curva semiparabolastri primi; A D diameter; D C basis; compleaturque parallelogrammum A D C E, cujus diagonalis sit A C. Secetur diameter bifariam in F, ducaturque F H æqualis et parallela D C, secans A C in K, et curvam in O, et rectam E C in H. Deinde ducatur O L parallela E C, secans A C in L; ducaturque L N parallela basi D C, secans curvam in M, et E C in N, producaturque ex altera parte ad A D in I. Postremo, per punctum M ducatur P M Q parallela et æqualis H C, secans F H in P, junganturque C P, A P, et A O. Dico duas rectas A P et P C, simul sumptas, æquales esse curvæ A B O C.

Nam linea A B O C, cum sit linea curva semiparabolastri, generata est a concursu duorum motuum, altero uniformi ab A ad E, altero eodem tempore accelerato a quiete in A ad D, ita ut impetus crescat in ratione duplicata ejus secundum quam crescunt tempora, sive, quod idem est, longitudines transcursæ sunt in ratione triplicata temporum quibus transcurruntur. Nam ut impetus sive velocitates crescunt, ita crescunt etiam transcursæ longitudines. Et quoniam motus ab A ad E est uniformis, recta A E potest repræsentare tempus, et, per consequens, rectæ ordinatim applicatæ in semiparabolastro designabunt partes temporis, in quo corpus, incipiens a quiete in A, motu suo describit lineam A B O C. Et quia D C, quæ repræsentat impetum acquisitum maximum, æqualis est ipsi A E, eædem ordinatæ repræsentabunt singula incrementa impetus crescentis a quiete in A. Itaque si supponatur motus uniformis ab A ad F, in tempore F K describetur, a concursu duorum

PARS III. 18.

motuum uniformium per A F et F K, linea A K uniformiter; et K O erit incrementum impetus pro tempore; et per concursum duorum motuum uniformium per A F et F O, describetur linea A O uniformiter. Per punctum L ducatur recta L M N parallela D C, secans rectam A D in I, curvam A B C in M, et rectam E C in N; et per punctum M rectam P M Q parallelam et æqualem A C, secans D C in Q et F H in P. Itaque a concursu duorum motuum uniformium per A F et F P, in tempore F P describetur uniformiter recta A P. Et L M vel O P erit incrementum impetus addendum pro tempore F O. Et quia ratio I N ad I L triplicata est rationis I N ad I M, ratio F H ad F O erit etiam triplicata rationis F H ad F P; et impetus acquisitus tempore F P est P H; itaque cum F H sit æqualis D C, quæ designabat impetum totum acceleratione acquisitum, nullum amplius impetus incrementum computandum est. Jam in tempore P H, si supponatur motus uniformis ab H ad C, describetur a duobus motibus per C H et H P uniformibus recta linea P C uniformiter. Cum ergo duæ rectæ A P et P C descriptæ sint tempore A E cum eodem incremento impetus, quo curva linea A B O C describitur eodem tempore A E, id est, cum linea composita a rectis A P, P C et linea A B O C transcursa sit ab eodem corpore eodem tempore et æquali velocitate, ipsæ lineæ erunt æquales. Quod erat demonstrandum.

De rectis inveniendis cæteris ex genere parabolico curvis lineis æqualibus methodus generalis.

3. Eadem methodo recta linea inveniri potest æqualis lineæ curvæ cujuscunque semiparabolastri, eorum quæ disponuntur in tabella art. 3, cap. XVII.; nempe, secando diametrum bifariam, et procedendo ut ante.

CAPUT XIX.

DE ANGULIS INCIDENTIÆ ET REFLEXIONIS ÆQUALIBUS.

1. Si duæ rectæ incidentes in rectam sint parallelæ, etiam reflexæ parallelæ erunt. — 2. Si ab eodem puncto exeuntes duæ rectæ incidant in rectam, reflexæ earum productæ in alteram partem concurrent in angulo, qui sit æqualis angulo facto ab incidentibus. — 3. Si duæ rectæ parallelæ incidant in circuli circumferentiam, earum reflexæ productæ introrsum facient angulum duplum ejus, qui fit a rectis a centro ductis ad puncta incidentiæ. — 4. Si ab eodem puncto duæ rectæ incidant in circumferentiam, earum reflexæ productæ introrsum facient angulum æqualem duplo angulo, qui fit a duabus rectis a centro ad puncta incidentiæ, una cum angulo incidentium. 5. Si ab uno puncto incidant duæ rectæ in concavam circuli circumferentiam facientes angulum minorem duplo angulo ad centrum, earum reflexæ facient angulum, qui additus angulo incidentium, æqualis fiet duplo angulo ad centrum. — 6. Si per unum aliquod punctum duæ chordæ inæquales ducantur mutuo se secantes, centrum autem circuli inter eas positum non sit; et earum reflexæ concurrant ubicunque, non ducetur a puncto, unde priores duæ ductæ sunt, alia recta, cujus reflexa transeat per duarum priorum reflexarum punctum commune. 7. Idem in chordis æqualibus non est verum. — 8. Datis in circuli circumferentia duobus punctis, ad ea puncta duas rectas ita ducere, ut earum reflexæ datum contineant angulum. 9. Si recta incidens in circuli circumferentiam producatur ad semidiametrum, sitque pars ejus intercepta inter circumferentiam et semidiametrum æqualis parti semidiametri quæ est a concursu ad centrum, erit reflexa semidiametro parallela. 10. Si a puncto intra circulum ducantur duæ rectæ incidentes in circuli circumferentiam, quarum reflexæ coeunt in ipsius circuli circumferentia, angulus quem continent reflexæ erit tertia pars anguli quem continent incidentes.

Utrum corpus, incidens in corporis alterius superficiem et ab ea reflexum, angulos ad illam superficiem æquales efficiat, non est hujus loci PARS III. 19.

PARS III. 19.

disputare; cum dependeat cognitio illa a causis reflexionis naturalibus, de quibus hactenus nihil dictum, sed postea dicendum est.

Itaque hoc loco supponamus angulum incidentiæ angulo reflexionis esse æqualem, ut ejus rei non causas, sed consequentia aliqua investigemus.

Angulum incidentiæ appellamus, quem facit recta incidens cum linea, sive recta sive curva, in quam incidit; angulum autem reflexionis, angulum ipsi æqualem ad idem punctum constitutum, et contentum sub recta reflexa et reflectente.

Si duæ rectæ incidentes in rectam sint parallelæ, etiam reflexæ parallelæ erunt.

1. Si duæ rectæ incidentes in eandem rectam sint parallelæ, etiam reflexæ illarum parallelæ erunt.

Sint (in figura 1) parallelæ incidentes in rectam E F ad puncta B et D duæ rectæ A B, C D, quarum reflexæ sint B G, D H. Dico B G, D H esse parallelas.

Sunt enim anguli A B E, C D E æquales, propter parallelismum. His autem æquales sunt G B F, H D F, ex suppositione, cum sint incidentium reflexæ. Sunt ergo B G, D H, parallelæ.

Si ab eodem puncto exeuntes duæ rectæ incidant in rectam, reflexæ earum productæ in alteram partem concurrent in angulo qui sit æqualis angulo facto ab incidentibus.

2. Si ab eodem puncto exeuntes duæ rectæ incidant in aliam rectam, reflexæ earum productæ in alteram partem concurrent in angulo, qui sit angulo facto ab incidentibus æqualis. Ab eodem puncto A (in fig. 2) exeant duæ rectæ A B, A D, incidantque in rectam E K ad puncta B et D, quarum reflexæ sint B I, D G. Dico I B, G D divergere, easdemque ex altera parte productas concurrere, puta in F, atque angulum B F D æqualem esse angulo B A D. Nam angulo incidentiæ A B E æqualis est angulus reflexionis I B K, et huic æqualis est angulus verticalis E B F. Est ergo

angulus A B E æqualis angulo E B F. Rursus angulus A D E æqualis est angulo reflexionis G D K, hoc est, verticali ejus E D F. Itaque trianguli A B D duo anguli A B D, A D B sunt æquales duobus angulis F B D, F D B trianguli F B D; quare etiam angulus tertius B A D æqualis est angulo tertio B F D. Quod erat probandum.

Coroll. I. Ducta A F erit rectæ E K perpendicularis. Nam propter æqualitatem angulorum A B E, F B E, et laterum A B, F B, erunt anguli ad E utrinque æquales.

Coroll. II. Si inter B et D cadat utcunque recta A C, cujus reflexa sit C H, illa quoque producta ex parte C cadet in F: eadem enim est demonstratio quæ supra.

Si duæ rectæ parallelæ incidant in circuli circumferentiam, earum reflexæ productæ introrsum facient angulum duplum ejus, qui fit a rectis a centro ductis ad puncta incidentiæ.

3. Si in circuli circumferentiam, a duobus punctis extra circulum sumptis, incidant ab iisdem partibus duæ rectæ parallelæ, earum reflexæ productæ introrsum facient angulum duplum ejus, qui fit a rectis a centro ductis ad puncta incidentiæ. Sint enim (in fig. 3) duæ rectæ parallelæ A B, D C, quæ incidant in circumferentiam B C ad puncta B et C. Centrum autem circuli sit E, reflectanturque A B per B F et D C per C G. Producantur jam introrsum F B, G C, donec concurrant in H. Ducantur E B, E C. Dico angulum F H G duplum esse anguli B E C. Quoniam A B, D C sunt parallelæ et E B secat A B in B, eadem producta secabit D C alicubi; secet eam in D, et producatur D C utcunque in I. Angulus ergo I C H, triangulo C K H externus, erit æqualis duobus angulis C K H, C H K; rursus I C E, triangulo C D E externus, æqualis est duobus angulis D et E; quare angulus I C H, qui duplus est anguli I C E, æqualis est an-

PARS III. 19.

gulis D et E bis sumptis. Sunt ergo duo anguli C K H, C H K æquales duobus angulis D et E bis sumptis. Sed angulus C K H æqualis est angulis D et A B D, id est, angulo D bis sumpto: nam cum A B, D C sint paralellæ, anguli D et A B D sunt alterni, ideoque æquales. Quare C H K, hoc est, angulus F H G æqualis quoque est angulo E bis sumpto. Quod erat probandum.

Coroll. Si duæ rectæ paralellæ incidant in circumferentiam a duobus punctis intra circulum sumptis, earum reflexæ concurrent in angulo duplo ejus, qui fit a rectis ductis a centro ad puncta incidentiæ. Nam A B, I C parallelæ incidentes in puncta B et C, reflectuntur per B H et C H facientes angulum H, quem duplum esse anguli E jamjam (in fig. 3) ostensum est.

Si ab eodem puncto duæ rectæ incidant in circumferentiam, earum reflexæ productæ introrsum facient angulum æqualem duplo angulo, qui fit a duabus rectis a centro ad puncta incidentiæ, una cum angulo incidentium.

4. Si ab eodem puncto extra circulum ductæ duæ rectæ incidant in circuli circumferentiam, earum reflexæ productæ introrsum facient angulum æqualem duplo angulo, qui fit a duabus rectis ductis a centro ad puncta incidentiæ, una cum angulo quem faciunt ipsæ incidentes. A puncto A (in fig. 4) ad circumferentiam circuli, cujus centrum est D, sint ductæ duæ rectæ A B, A C, quarum reflexæ sint B E, C G, quæ productæ introrsum faciant angulum H. Sint etiam ductæ a centro D ad puncta incidentiæ B et C, duæ rectæ D B, D C. Dico angulum H æqualem esse duplo angulo ad D, una cum angulo ad A. Producatur enim A C utcunque in I; erit angulus I C H, qui est externus triangulo C K H, æqualis duobus angulis C K H, C H K. Rursus angulus I C D, qui est externus triangulo C L D, erit æqualis duobus angulis C L D, C D L; sed angulus I C H duplus

est anguli ICD, ergo erit æqualis angulis CLD, CDL bis sumptis. Sunt ergo anguli CKH, CHK æquales angulis CLD, CDL bis sumptis. Sed angulus CLD, externus triangulo ALB, æqualis est duobus angulis LAB, LBA et proinde CLD bis sumptus æqualis LAB et LBA bis sumptis; quare CKH, CHK æquales sunt angulo CDL una cum LAB et LBA, bis sumptis. Angulus autem CKH æqualis est angulo LAB semel sumpto una cum ABK, hoc est, una cum LBA bis sumpto; quare angulus CHK æqualis est reliquo CDL, hoc est, angulo ad D bis sumpto et angulo LAB, hoc est, angulo ad A semel sumpto. Quod erat probandum.

Coroll. Si duæ rectæ convergentes, ut IC, MB incidant in circuli circumferentiam ex parte concava, earum reflexæ ut CH, BH concurrent in angulo H, qui sit æqualis duplo angulo D una cum angulo A, quem faciunt incidentes productæ. Vel si incidentes sint HB, IC, quarum reflexæ CH, BM concurrunt in N, erit angulus CNB æqualis angulo D bis sumpto una cum angulo incidentium CKH. Nam angulus CNB æqualis est angulo H, hoc est, angulo D bis sumpto, una cum duobus angulis A, et NBH, hoc est, KBA; sed anguli KBA et A æquales sunt angulo CKH; est ergo angulus CNB æqualis angulo D bis sumpto una cum angulo CKH, quem faciunt incidentes IC, HB productæ ad K.

5. Si ab uno puncto incidant duæ rectæ in concavam circuli circumferentiam, facientes angulum minorem duplo angulo ad centrum, earum reflexæ concurrentes facient angulum, qui additus angulo incidentium, æqualis fiet duplo angulo ad centrum.

Si ab uno puncto incidant duæ rectæ in concavam circuli circumferentiam, facientes angulum minorem duplo angulo

PARS III. 19.

ad centrum, earum reflexæ facient angulum, qui additus angulo incidentium, æqualis fiet duplo angulo ad centrum.

Nam a puncto A (in fig. 5) incidant duæ rectæ A B, A C in concavam circuli circumferentiam, cujus centrum est D; sintque earum reflexæ B E, C E, concurrentes in E; sitque angulus A minor duplo angulo D. Dico angulos A et E simul sumptos æquales esse duplo angulo D. Secet enim A B recta rectam D C in G; et recta E C rectam D B in H. Est ergo angulus B H C æqualis duobus angulis E B H et E; idemque angulus B H C est æqualis duobus angulis D et D C H. Similiter, angulus B G C æqualis est duobus angulis A C D et A; idemque angulus B G C æqualis est angulis duobus DBG et D. Quare quatuor anguli EBH, E, ACD, A sunt æquales quatuor angulis D, DCH, DBG, D. Jam auferantur utrinque æqualia, inde quidem anguli E B H et A C D, hinc autem D C H, D B G (nam angulus E B H æqualis est angulo D B G, et angulus A C D æqualis angulo D C H); restabunt utrinque æqualia, nempe, inde anguli A et E, hinc angulus D bis sumptus; sunt ergo anguli A et E simul sumpti æquales duplo angulo D.

Coroll. Si angulus A sit major duplo angulo D, earum reflexæ divergent. Nam (per coroll. propos. 3) si angulus A æqualis sit duplo angulo D, reflexæ B E, C E erunt parallelæ; sin minor, concurrent, ut jam ostensum est. Si ergo major, reflexæ B E, C E divergent, et per consequens ex altera parte productæ concurrent, facientes angulum tantum, quanto angulus A superat duplum angulum D, ut constat ex articulo quarto.

Si per unum aliquod punctum duæ chordæ inæquales ducantur mutuo se secantes, cen-

6. Si per unum aliquod punctum duæ quælibet chordæ inæquales ducantur, mutuo se secantes vel intra vel (productæ) extra circulum, centrum autem circuli inter eas positum non sit; et earum

reflexæ concurrant ubicunque, non ducetur a puncto, unde priores illæ duæ ductæ sunt, alia recta cujus reflexa transeat per duarum priorum reflexarum concursum.

trum autem circuli inter eas positum non sit, et earum reflexæ concurrant ubicunque, non ducetur a puncto, unde priores duæ ductæ sunt, alia recta, cujus reflexa transeat per duarum priorum reflexarum punctum commune.

Per punctum A (in fig. 6) ducantur duæ chordæ quælibet B K, C H inæquales, in circulo B C. Sintque earum reflexæ B D, C E, concurrentes in F. Circuli autem centrum non sit inter A B et A C. Ducatur autem ab A puncto alia recta quæcunque incidens in circumferentiam inter B et C, quæ sit A G. Dico G N, quæ transit per F, concursum reflexarum B D, C E, non esse reflexam incidentis rectæ A G. Sumatur arcus B L æqualis arcui B G, et recta B M æqualis rectæ A B, ductaque L M producatur ad peripheriam in O.

Quoniam jam B A, B M sunt æquales, et arcus B L arcui B G æqualis, et angulus M B L angulo A B G æqualis, erunt quoque A G, M L æquales, et producta G A ad circumferentiam in I, tota L O toti G I æqualis. Sed L O major est quam G F N, (ut mox demonstrabitur), quare etiam G I major est quam G N. Itaque anguli N G C, I G B non sunt æquales, non est ergo G F N reflexa incidentis A G; et proinde recta nulla, præter A B, A C, ducta per punctum A, incidensque in peripheriam B C, reflectetur ad punctum F; quod erat ostendendum.

Restat ut probemus L O majorem esse quam G N. Quod sic faciemus: L O, G N secant se mutuo in P, et P L major est quam P G. Quoniam ergo L P. P G : : P N. P O sunt proportionales, erunt duæ extremæ L P, P O simul, id est, L O, majores quam P G, P N simul, id est, quam G N; quod probandum restabat.

PARS III. 19.

Idem in chordis æqualibus non est verum.

7. Quod si per idem punctum intra circulum ductæ sint duæ chordæ æquales, quarum reflexæ concurrunt in alio puncto, duci potest inter eas alia recta per punctum prius, cujus reflexa transibit per punctum posterius.

In circulo C D sit punctum A (in fig. 7) per quod sint ductæ duæ chordæ æquales, B C, E D, quarum reflexæ concurrentes in F sint C H, D I. Diviso deinde arcu C D bifariam in G, ducantur chordæ, per A et F, G K, G L. Dico chordæ K G reflexam esse G L. Nam quatuor chordæ B C, C H, ED, D I sunt omnes, per hypothesin, inter se æquales, quare arcus B C H æqualis est arcui E D I; et angulus B C H angulo E D I; et angulus A M G verticali suo F M D; et recta D M rectæ G M; et propterea etiam recta A G rectæ F D; ductæ etiam chordæ C G, G D sunt æquales; et anguli F D G, A C G qui sunt in segmentis G D I, B C G sunt æquales; quare rectæ F G, A G sunt æquales; ergo angulus F G D æqualis est angulo A G C, id est, angulus incidentiæ angulo reflexionis; est ergo rectæ incidentis K G reflexa G L: quod erat probandum.

Coroll. Manifestum est ex ipsa figuræ inspectione, quod si G non sit punctum medium inter C et D, reflexam G L non esse transituram per F.

Datis in circuli circumferentia duobus punctis, ad ea puncta duas rectas ita ducere, ut earum reflexæ datum contineant angulum.

8. Datis in circuli circumferentia duobus punctis, ita ad ea puncta duas rectas ducere, ut earum reflexæ sint parallelæ, vel ut contineant datum angulum.

Detur (in fig. 8) circulus cujus centrum A, et in cujus circumferentia sint duo puncta B et C, sitque imperatum duas incidentes ad puncta B et

C ita ducere a punctis extra circulum sumptis, ut earum reflexæ primo sint parallelæ.

PARS III. 19.

Datis in circuli circumferentia duobus, etc.

Ducantur A B, A C, et incidens utcunque D C, cujus reflexa sit C F. Tum fiat angulus E C D duplus anguli A. Parallela autem rectæ E C ducatur H B, quæ producatur ad occursum D C productæ in I. Postremo producta A B utcunque in K, ducatur G B, ita ut angulus G B K æqualis sit angulo H B K, eritque G B reflexa incidentis H B. Dico jam D C, H B esse incidentes, quarum reflexæ C F, B G sunt inter se parallelæ.

Quoniam enim E C D angulus anguli B A C est duplus, angulus H I C ejusdem anguli B A C, propter parallelas E C, H B, duplus erit; quare F C, G B, reflexæ incidentium D C, H B, sunt parallelæ. Factum igitur est quod erat imperatum primum.

Secundo, imperatum sit duas rectas ita ad puncta B et C incidentes ducere, ut reflexæ earum contineant datum angulum Z. Angulo E C D addatur hinc D C L æqualis semissi anguli Z, illinc angulus E C M æqualis angulo D C L, et rectæ C M ducatur recta B N parallela; anguloque N B K æqualis fiat angulis K B O; eritque B O incidentis N B reflexa. Postremo, incidentis L C ducatur reflexa C O, secans B O in O, faciensque angulum C O B. Dico angulum C O B æqualem esse angulo Z. Producatur N B donec occurrat productæ L C in P. Quoniam ergo angulus L C M æqualis est, per constructionem, duplo angulo A una cum angulo Z, angulus N P L, qui angulo L C M propter M C, N P parallelas æqualis est, æqualis quoque erit duplo angulo A una cum angulo Z. Cumque duæ rectæ O C, O B ductæ ab O, incidant in B et C, et

PARS III. 19.

reflexæ earum L C, N B concurrant in P, angulus N P L æqualis erit duplo angulo A una cum angulo C O B. Sed ostensum modo est angulum N P L æqualem esse duplo angulo A una cum angulo Z. Quare angulus C O B angulo Z æqualis est. Datis ergo in circumferentia circuli duobus punctis, etc. Quod erat faciendum.

Quod si incidentes ita ducendæ sunt a puncto intra circulum, ut reflexæ earum contineant angulum datum Z, eadem utemur methodo, nisi quod angulus Z non jam angulo duplo anguli A addendus sit, sed ab eo auferendus.

Si recta incidens in circuli circumferentiam producatur ad semidiametrum, sitque pars ejus intercepta inter circumferentiam et semidiametrum æqualis parti semidiametri quæ est a concursu ad centrum, erit reflexa semidiametro parallela.

9. Si recta incidens in circuli circumferentiam producatur ad semidiametrum, sitque pars ejus intercepta inter circumferentiam et semidiametrum æqualis parti semidiametri quæ est a puncto concursus ad centrum, erit reflexa ejus semidiametro parallela.

Sit circulus cujus centrum A (in fig. 9) semidiameter quæcunque A B, incidatque in circumferentiam B D recta C D, quæ protracta secet A B in E, ita ut E D, E A sint æquales; incidentis autem C D reflexa sit D F. Dico A B, D F esse parallelas.

Ducatur A G per punctum D. Quoniam jam E D, E A sunt æquales, erunt anguli E D A, E A D æquales; sunt autem anguli F D G, E D A æquales; uterque enim dimidium est anguli E D H vel F D C; sunt ergo anguli F D G, E A D æquales, et proinde D F et A B sunt parallelæ. Quod erat probandum.

Coroll. Si E A major sit quam E D, tunc D F, A B protractæ concurrent; sin E A minor sit quam E D, tunc B A, D H protractæ concurrent.

PARS III. 19.

10. Si a puncto intra circulum ducantur duæ rectæ incidentes in circuli circumferentiam, quarum reflexæ coeunt in ipsa circuli circumferentia, angulus, quem continent reflexæ, erit tertia pars anguli quem continent incidentes.

Si a puncto intra circulum ducantur duæ rectæ incidentes in circuli circumferentiam, quarum reflexæ coeunt in ipsius circuli circumferentia, angulus, quem continent reflexæ, erit tertia pars anguli quem continent incidentes.

In circulo cujus centrum A, (fig. 10) sit punctum B, a quo ducantur duæ rectæ B C, B D ad circumferentiam, quarum reflexæ C E, D E coeunt in circumferentia ad punctum E. Dico angulum C E D esse anguli C B D partem tertiam.

Ducantur AC, AD. Quoniam jam anguli C E D, C B D simul sumpti, æquales sunt duplo C A D, ut ostentum est (art. 5); duplus autem angulus C A D quadruplus est anguli C E D; erunt anguli C E D, C B D simul sumpti æquales angulo C E D quater sumpto. Dempto igitur utrinque angulo C E D, restabunt æquales anguli C B D, et C E D ter sumptus; est ergo angulus C B D anguli C E D triplus, id est, C E D est tertia pars anguli C B D; quod erat demonstrandum.

Coroll. Dato ergo puncto in plano circuli, duæ rectæ ab eo ita duci possunt ad circumferentiam ejus, ut earum reflexæ concurrant etiam in circumferentia. Fit enim hoc, anguli C B D trisectione. Quomodo autem datus angulus trisecatur, demonstrabitur capite proxime sequente.

CAPUT XX.

DE DIMENSIONE CIRCULI; ET ARCUUM SIVE ANGULORUM SECTIONE.

PARS III. 20.

Propositio 1.

PROPOSITIO I.—Quarum partium æqualium radius circuli continet 10,000,000, earundem tangens arcus 30 graduum continet 5,811,704 proxime. Sit radius circuli A B; quadratum ejus A B C D; cujus latera B C, A D sint divisa bifariam in O et P. Describatur semicirculus B D G, quem juncta O P secet in S, et producta, iterum in V; est ergo arcus B S 30 graduum. A puncto A in B A producta sumatur A X rectæ S V æqualis. Est ergo A X æqualis duplo sinui recto 60 graduum. Ergo ducta X V est æqualis radio A B; eademque producta incidet in D; et X D est æqualis duplo radio A B; et angulus A X D est tertia pars recti. Producatur X D donec occurrat rectæ B C productæ in F. Erit ergo angulus C D F tertia pars recti; et recta C F tangens arcus 30 graduum. Ergo juncta A S et producta ad B C in E, erit B E æqualis C F, et E F æqualis radio B C. Dico B E sive C F continere partes 5,811,704 proxime, quarum A B continet 10,000,000. Quoniam X D est dupla A D, erit X F dupla B F. Et quadratum ab X F quadruplum quadrati a B F. Et proinde quadratum ab X B triplum quadrati a B F. Quadratum a sinu recto 60 graduum triplum est quadrati a semiradio A P vel B O. Ergo quadratum a duplo sinu recto 60 graduum, id est, quadratum ab X A duodecuplum est quadrati a B O. Quadratum autem ab A B

quadruplum est quadrati ab eadem B O. Ergo ambo illa quadrata ab X A et A B simul sumpta sunt æqualia 16 quadratis a B O. Medium autem proportionale inter duodecim quadrata (quæ est potestas rectæ X A) et quatuor quadrata ejusdem B O (quæ est potestas radii A B) est radix numeri producti a 12 in 4, id est $\sqrt{48}$; idemque æquale uni complementorum quadrati descripti a tota X A + A B. Ergo ambo complementa simul sumpta sunt $\sqrt{192}$. Radix autem numeri 192 est 13 $\frac{23}{27}$ proxime. Ergo 12 + 4 + 13 $\frac{23}{27}$, id est 30 fere, (per Eucl. El. 2, prop. 4) est æquale quadrato ab X B. Nam si pro 192 habuissemus 196, fuissent duo complementa 14; et sic quadratum ab X B fuisset æquale 30 quadratis a B O; et quadratum a B F æquale 10 quadratis a B O præcise. Est ergo quadratum a B F (id est a radio et tangente 30 graduum, ut ab una linea) æquale decem quadratis a B O proxime. Sed A B est 10,000,000; ergo B O est 5,000,000; quadratum a B O est 25,000,000,000,000; decem quadrata a B O sunt 250,000,000,000,000; cujus radix est 15,811,704 proxime. Sed B C sive F E est 10,000,000; ergo C F sive tangens arcus 30 graduum, est 5,811,704 proxime. Quod erat demonstrandum.

Manifestum hinc est quod numerus 5,773,503, qui ponitur in tabulis tangentium pro tangente arcus 30 graduum, est falsus, nimirum justo minor partibus 38,201, quarum radius continet 10,000,000.

Causa erroris est, non quod numeros non recte supputaverint, sed quod numerus in lineas multiplicatus nunquam producit idem, quod linea in totidem lineas ducta; quodque radix numeri quadrati nunquam latus est quadratæ figuræ,

PARS III. 20. Propositio 1.

quantuscunque fiat numerus partium. Nam si diviseris lineam rectam, exempli causa, in tres partes æquales, et eandem multiplicaveris per numerum 3, factum non erit quadratum, sed novem lineæ. Aut si diviseris illam in partes 10,000,000, productus ex illis partibus in 10,000,000 erit totidem lineæ, non totidem ex illis quadrata. Nam ut fiat rectangulum ex linea in numerum, oportet numerum esse infinitum.

Item si numeri quadrati radicem extraxeris, debet radix illa multiplicata in se æqualis esse suo quadrato. Si ergo a quadrato 9 extraxeris radicem, quæ est 3, faciet 3 multiplicatus in se numerum 9; eritque radix tertia pars sui quadrati. Et similiter in omni extractione radicis e numero, radix erit quadrati sui pars aliquota; sed latus sui quadrati nullo modo potest esse pars. Cæterum si latitudinem lateri attribuas, ut sit non proprie linea, sed exiguum rectangulum; tunc potest numerus laterum, quanquam finitus, facere quadratum; sed quanto major est numerus, tanto quadrata ex partibus numeratis erunt minora. Radix autem est numerus quadratorum.

Jam tangentem arcus 30 graduum, qui est B S, et cujus sinus rectus est *e* S, æqualis semiradio B O, sic investigant. Quoniam, aiunt, ut A *e* ad A B, ita est *e* S ad tangentem B E; et est A *e* 8,660,254 et A B 10,000,000 et *e* S 5,000,000; multiplicatis 10,000,000 per 5,000,000, et producto 50,000,000,000,000 diviso per 8,660,254, quotiens 5,773,503 erit tangens arcus B E. Nec animadvertunt quod, cum 50,000,000,000,000, qui numerus dividitur, sit tot lineolæ, divisor tamen 8,660,254 sit totidem ex illis lineolis quadrata, et quod proinde

necessarium sit ut numerus partium 5,773,503 sit minor justo. Quod si ex quadratis ab X A et A B geometrice cognitis quærantur quadrata totius X B et B F, quæ duo quadrata habent rationem 3 ad 1, unica extractione radicis innotuisset numerus debitus rectæ C F sive B E, absque regula trium, et proinde absque divisione numeri linearum per numerum ab iisdem lineis quadratorum. Atque hinc est, quod numerus rectæ B E hoc modo inventus, nempe 5,811,704 major sit quam quem illi invenerunt 5,773,503, et propior veritati, quanquam et ipse sit paulo adhuc justo minor. Itaque etiam Archimedis dimensio circuli, quæ dependet a priore illo calculo, justo minor est; neque valere debet ad confutandum calculum geometricum, quo perimeter circuli major forte invenietur quam ab illo statuitur.

Propositio 1.

Propositio 2.

PROPOSITIO II.—Recta B F, composita a radio circuli et tangente arcus 30 graduum, est æqualis quartæ parti perimetri ejusdem circuli. Si *e* S producatur donec occurrat rectæ X F in *f*, erit *ef* tripla *e* S. Ducta ergo X S abscindit ab *ef* tertiam ejus partem, nempe *e* S; eademque producta ad B C in *i* abscindit B *i*, propter *ef*, B F parallelas, tertiam partem rectæ B F. Secetur recta *e* S bifariam in α, et arcus B S bifariam in *p*; ducaturque sinus arcus B *p*, qui sinus sit *q p*; eritque *q p* semissis chordæ arcus dupli, id est, arcus B S. Producatur *q p* in *y*, ita ut *q y* sit dupla *qp*, secetque S O in *r*. Ducatur quoque $\alpha\,\eta$ parallela et æqualis *e q*. Si jam producta X α incidat in *p*, erit *qy* æqualis chordæ arcus B S; eademque producta, donec incidat in X F ad *z*, erit *qz* tripla *q y*, et sextupla *q p*. Sed X α producta incidit in *p*. Quod sic ostendo. Nisi incidat in *p*, incidet saltem

PARS III. 20. Propositio 2.

in arcum B S inter B et *p*, vel inter *p* et S; et sinus arcus, quem abscindet, minor vel major erit quam dimidia chorda arcus B S; idemque sinus productus, donec secet rectam X *i*, major vel minor erit quam chorda arcus B S sive quam recta *q y*. Ergo X *i* non potest abscindere parallelam rectæ *e* S æqualem chordæ arcus B S, nisi parallela illa transeat per *p*. Est ergo punctum *y* in recta X *i*. Et X *α* incidit in *p*; et *r y* dupla est *η p*. Item *q z* est sextupla *q p*, minor tamen quam arcus B L D, qui est sextuplus arcus B *p*. Similiter, si secetur *e α* bifariam in *g*, et arcus B *p* bifariam in *o*, ostendi potest ductam X *g* et productam incidere in *o*; et *c o* sinum arcus B *o* duplicatum terminari in producta X *p*; idemque contingere perpetuo bisecando tum arcus tum sinus ex bisectione ortos; et producta *c o* ad X *f* in *t*, esse *c t* duodecuplam *c o*, minorem tamen quam est arcus B L D, qui est duodecuplus arcus B *o*. Similiter ostendi potest quod, bisecando perpetuo tum arcus tum sinus abscissos, rectæ quæ transeunt per puncta bisectionum arcuum terminanturque in rectis X B, X F, erunt ad arcum B L D, ut tot sinus ad totidem arcus. Non potest ergo recta B F major esse quam arcus B L D, qui arcus est quarta pars perimetri. Quod si minor sit recta B F quam arcus B D, erit illa recta, quæ arcui B D est æqualis, parallela quidem ipsi B F et intercepta a rectis X B, X F, sed productis. Unde sequetur, quod arcu B D diviso in partes aliquotas quot fieri possunt, id est, numero infinitas, chordæ illæ in unam rectam compositæ minores semper erunt arcu ipso B D. Quod verum non est; quia per divisionem perpetuam differentia inter arcus et chordas omnis

evanescit. Ergo B F neque major neque minor est arcu B D, sed ipsi æqualis. Quod erat demonstrandum.

Propositio 3.

Propositio III.—Ducta X P et producta incidet in L, ubi arcus B D divisus est bifariam. A puncto X, in recta X F, sumatur X *h* æqualis duplæ diagonali A C; et a puncto *h* ducatur *h b* parallela B F, secans A B, A S, C D in *b*, *k*, *l*. Erit ergo X *h* dupla *b h*; et proinde *b h* æqualis diagonali A C. Quadratum autem ab X *h* ad quadratum a *b h* erit ut 4 ad 1, et ad quadratum ab X *b* ut 4 ad 3. Sed quadratum ab A C æquale est 8 quadratis a semiradio. Ergo quadratum ab X *h*, dupla A C, æquale est 32 quadratis a semiradio. Et quadratum a *b h* æquale 8 quadratis a semiradio; et quadratum ab X *b* æquale 24 quadratis a semiradio. Et *b h* secabitur bifariam ab X P producta. Itaque si *b h* transit per L, quæ *b* L est semidiagonalis, etiam X P transibit per L. Sin *b h* non transit per L, quia tamen *b l* est æqualis A L et *b h* æqualis A C, erit *l h* æqualis L C. A puncto L ducatur L *m* perpendicularis ad B C. Quoniam ergo quadratum ab L C æquale est duobus quadratis ab L *m*, etiam *l h*, quæ est æqualis L C, potest duo quadrata ab eadem L *m*. Rursus, ducta L *d* perpendiculari ad C D, et propterea æquali L *m* sive C *d*, quadratum ab *h* C æquale erit tribus quadratis a C *d*. Ergo angulus *h d* C erit rectus. Sed *h l* C est rectus. Ergo *l* et *d* sunt idem punctum. Transit ergo *b l* per punctum L. Quare producta X P transit per L. Quod erat demonstrandum. Sequitur hinc quadratum ab X *b* æquale esse 24 quadratis a semiradio. Sequitur secundo L *k* æqualem esse L *l* sive L *m*.

PARS III. 20. Nam AE, D F sunt parallelæ et æquales; quare et E F, *k h* sunt æquales. Sed E F est æqualis radio;
Propositio 3. ergo etiam *k h* est æqualis radio, et per consequens *b k* æqualis *l h*, et L *k* æqualis L *l*. Sequitur tertio esse ut radius A B ad tangentem 30 graduum, nempe B E, ita esse semidiagonalem A *b* ad tangentem graduum 22½; nam *b k*, *l h*, L C singulæ sunt æquales tangenti arcus graduum 22½. Si ducantur aliæ rectæ terminatæ in X B et X F, et parallelæ B F, inter *b h* et A D, recta ducta ab X secabit illas omnes in easdem rationes, sed non et arcum L D; quia sicut latus B C respondet arcui B L, ita latus D C respondet arcui D L. Itaque ut arcus D L secetur in easdem rationes cum parte lateris D C sibi æquali, producendum est D A donec æquale sit ipsi B X; et rectæ ductæ a termino lateris D A sic producti secabunt arcum D L et partem lateris D C ipsi æqualem in rationes easdem.

Propositio 4. Propositio IV.—Ex eo autem quod modo ostensum est, quod quadratum a recta X *b* æquale est 24 quadratis a semiradio, demonstrari potest calculum arithmeticum producere quantitatem justo minorem. Cum enim quadratum ab X A æquale sit 12 quadratis semiradii, et quadratum ab A *b* æquale 2 quadratis a semiradio, erunt ambo quadrata illa simul sumpta æqualia 14 quadratis a semiradio. Sed medium proportionale inter 12 quadrata et 2 quadrata est $\sqrt{24}$, idemque æquale uni complementorum ad quadratum totius X A + A*b*. Ergo $\sqrt{96}$ est æquale complemento duplo. Quadratum autem ab X A plus quadratum ab A *b* plus duplum complementum est æquale quadrato a tota X *b*, per Euclid. Elem. II. Prop. 4. Jam $\sqrt{96}$, dupla existens $\sqrt{24}$, est 9 $\frac{4}{5}$ proxime. Ergo

12 + 2 + 9 $\frac{15}{18}$ æquatur 23 $\frac{15}{18}$, quod minus est quam 24; et per consequens producit calculus arithmeticus quantitatem justo minorem. Quod erat demonstrandum. Constat hinc quod calculus arithmeticus ab examinatione problematum geometricorum arceri debeat.

Propositio 5.

Propositio V.—Radius circuli est media proportionalis inter arcum quadrantis et ejusdem arcus duas quintas. Jungatur A F secans latus C D in H. Quoniam ergo triangula A B F, A D H sunt similia, erit ut B F ad A B, sive A D, ita A D ad D H. Itaque cum B F sit æqualis arcui quadrantis B D, erit A D media proportionalis inter arcum B D et rectam D H. Probandum ergo est D H æquari $\frac{2}{5}$ rectæ B F. Secentur latera A B, D C bifariam in M et N, et ducta M N producatur ad T, ita ut M T sit æqualis tribus semiradiis. Ducatur B T secans B D arcum in R, et G R secans M N in Q. Potest ergo T B 10 semiradios, et proinde æqualis est rectæ B F. Et est angulus G R B, in semicirculo, rectus. Triangulis autem rectangulis G R B, T M B angulus ad B est communis; quare triangula illa sunt similia; et quia T M, G M sunt æquales, triangula T M B, G M Q sunt similia et æqualia. Ergo B M, Q M sunt æquales, et Q T æqualis radio. Iisdem autem triangulis similibus simile est triangulum T R Q. Et quia M B est tertia pars M T, etiam R Q est tertia pars R T, et B R tertia pars G R; et ut T Q ad G B, ita est Q R ad B R. Est ergo B R dupla R Q. Quoniam ergo T R est tripla R Q, erit tota T B ad B R ut 5 ad 2. Est ergo B R duæ quintæ totius T B. Quoniam autem est ut T B ad M B semiradium, ita radius T Q ad Q R dimidiam B R,

PARS III. 20. erit ut T B ad duplam M B sive radium, ita T Q radius ad duplam R Q, id est, ad B R. Est ergo radius T Q media proportionalis inter arcum quadrantis et B R, et proinde B R, D H sunt æquales, et D H æqualis duabus quintis arcus B D. Quod erat demonstrandum.

Propositio 6. PROPOSITIO VI.—Manifestum est ex modo demonstratis, quo pacto datæ rectæ arcus æqualis, et dato arcui recta æqualis inveniri potest; et per consequens, quomodo arcus datus in ratione data potest dividi. Nam a puncto B, sumpta recta in B C non majore quam dimidia B F, si a termino ejus ducatur linea recta ad X, illa abscindet a B L partem ejus rectæ quæ sumitur in B C æqualem. Item a puncto B, si in arcu B L sumatur arcus aliquis, et per terminum ejus ducatur recta ab X et producatur ad latus B C, illa abscindet in B C rectam arcui illi æqualem; id quod, bisecando arcum et sinum bisegmenti cujusque duplicando, eadem methodo, qua tota B F ostensa est esse toti arcui B C æqualis, ostendi potest. Quare arcus non major quam B L dividi potest, eo modo quo diximus, in ratione data. Quod si arcus major sit quam arcus 45 graduum, poterit tamen eadem methodo dividi pars ejus aliquota, in ratione data, id quod tantundem valet. Inventa est ergo methodus dividendi arcum vel angulum datum in ratione data.

MAGNITUDO ARCUS BD ALITER DEMONSTRATA.

Recta composita a radio circuli et tangente arcus 30 graduum, est æqualis quartæ parti perimetri ejusdem circuli. Sit A B C D quadratum; A C diagonalis; arcus B L D quadrans, sectus bifariam in L. Sint latera B C, A D divisa bifariam in O et

P, et O P ducta et producta secet arcum B D in S, et arcum D G quadrantem reliquum in V. Est ergo arcus B S tertia pars quadrantis B L D. Et ducta D V æqualis radio A B, eademque producta ad B A productam in X, erit æqualis diametro B G. Et producta X D ad B C productam in F, erit B F composita ex B C radio et C F tangente arcus 30 graduum. Dico B F æqualem esse arcui B D. Jungatur A S et producatur ad B C in E. Erunt ergo A E, D F parallelæ et æquales, et E F æqualis radio B C; et A X æqualis S V sive duplæ P S. Per punctum S ducatur recta *e f* secans A B in *e*, et D F in *f*; eritque *e f* tripla semiradii *e* S. Est autem A X dupla A *e*. Jungatur X S. Ergo X S dividit *e f* in ratione 1 ad 2. Ergo eadem X S producta ad B F in *i* secat B F ad *i* in ratione 1 ad 2. Jam si B F non sit æqualis arcui B D, erit illo vel major vel minor. Sit primo major. Ducatur ergo *a u* parallela B F secans A B in *a* et X F in *u*. Sitque *a u* æqualis, si fieri potest, arcui B D; secetque arcum B D in *n*. Deinde bisecetur arcus B D toties, ut bisegmentum ultimum B *o* minus sit quam semissis arcus B *n*; cujus sinus rectus est *c o*. Producatur *c o* ad X F in *t*, jungaturque X *o*, secans *e f* in *g*. Quoties ergo *e g* est in *e f*, toties est *c o*, sinus arcus B *o*, in recta *c t*; et toties ipse arcus B *o* in arcu B D. Sed *c o* est minor arcu B *o*, ergo tota *c t* minor est arcu B D, id est, minor recta *a u*. Quod est absurdum. Non est ergo B F major quam arcus B D. Minorem autem esse non potest, ut ante ostensum est. Sunt ergo recta B F et arcus B D æqualis.

PARS III. 20. Propositio 6.

Capite sexto disserens de methodo, id quod de analytica geometrarum illo loco dicendum erat,

Analysis et synthesis, quid.

PARS III. 20.

Analysis et synthesis, quid.

quia, cum ibi essem, de lineis, superficiebus, solidis, æquali, inæquali nondum mentionem feceram nec proinde intelligi poteram, visum est aliquantisper differre; itaque id quod de ea sentio dicam hoc loco. Analysis ergo est, ex terminorum alicujus dicti, quod pro vero supponimus, definitionibus, et rursus ex terminorum illarum definitionum definitionibus ratiocinatio perpetua, donec ad nota aliqua ventum sit, quorum compositio est veritatis vel falsitatis dicti suppositi demonstratio. Atque ea ipsa compositio sive demonstratio id ipsum est, quod appellatur synthesis. *Analytica* itaque est, ars ratiocinandi a supposito ad principia, id est, ad propositiones primas vel ex primis demonstratas, quot sufficiunt ad suppositi veritatem vel falsitatem demonstrandam: synthetica autem, ars ipsa demonstrandi.

Synthesis ergo et *analysis* aliter quam ut prorsum et retrorsum non differunt; utramque autem comprehendit logistica. Itaque in quæstionis seu problematis cujuscunque analysi et synthesi, terminos oportet omnium propositionum esse convertibiles, vel si hypothetice enuncietur, non modo ex veritate antecedentis veritatem consequentis, sed et contra ex veritate consequentis antecedentis veritatem inferri necesse est. Alioqui, quando resolvendo ventum est ad principia, nullus componendo recursus fiet ad quæsitum. Nam qui in analysi priores, in synthesi termini posteriores erunt. Ut quando dicimus resolvendo, rectangula hæc æqualia sunt, ergo eorum latera reciproce proportionalia sunt: componendo, dicere necessarium erit, latera hæc reciproce sunt proportionalia, ergo et rectangula ipsa inter se æqualia; id quod

dici non posset, nisi *habere latera reciproce proportionalia* et *rectangula esse æqualia* termini essent convertibiles.

Analysis et synthesis, quid.

In omni autem analysi duarum quantitatum, ratio quæritur per quam quæsita quantitas ad sensum, descripta figura, exponi potest. Nam expositio illa finis est et solutio quæstionis sive problematis constructio. Et quoniam analysis est ratiocinatio a supposito ad principia, id est, ad definitiones vel ad theoremata prius nota, eademque ratiocinatio tendat ultimo ad aliquam æquationem, finis resolvendi nullus est, donec ad ipsas æqualitatis et inæqualitatis causas vel ad theoremata ex illis causis ante demonstrata, eaque ad quæsiti demonstrationem satis multa, deveniatur.

Quoniam autem finis analyticæ constructio est problematis possibilis vel detectio impossibilitatis, oportet analystam, si problema sit possibile, non ante consistere quam pervenerit ad ea in quibus continetur causa efficiens ejus quod construendum est. Consistere autem in propositionibus primis necessarium est; eæ autem definitiones sunt. In iis ergo definitionibus contineri debet causa efficiens constructionis; constructionis, inquam, non conclusionis demonstratæ. Nam conclusionis quidem causa continetur in præmissis propositionibus, id est, veritas dicti probati inest in dictis quæ probant. Causa autem constructionis est in ipsis rebus, et consistit in motu vel concursu motuum. Propositiones ergo, in quibus desinit analysis, definitiones sunt, sed tales quibus significatur modus, quo res ipsa construitur sive generatur. Nam alioqui, revertendo per synthesin ad problema probandum, nulla erit demonstratio. Demonstra-

PARS III. 20.

Analysis et synthesis, quid.

tio enim non est, quæ non est scientifica. Scientifica autem non est, nisi quæ ex cognitione procedit causarum quibus constructio problematis efficitur. Itaque ut colligamus quæ dicta sunt in brevissimum compendium, *analysis est ratiocinatio a supposito constructo vel facto ad facti sive constructi causam efficientem vel multas coefficientes.* Ut et *synthesis ratiocinatio est a causis primis constructionis per media ad ipsum factum perpetua.*

Sed quoniam multi modi sunt quibus eadem res generari sive problema construi possit, non omnes geometræ, nec idem geometra semper, eadem methodo usi sunt. Nam si imperetur datæ cuidam quantitati aliam construere æqualem, quæret aliquis an id fieri possit fingendo motum aliquem. Nam ex motu et tempore argui potest æqualitas et inæqualitas quarundam quantitatum, non minus quam per congruentiam: et potest aliquo motu fieri, ut duæ quantitates sive lineæ sive superficies, etsi altera recta altera curva sit, per extensionem congruant et coincidant; qua methodo usus est Archimedes in spiralibus. Etiam ex consideratione ponderum, æqualitas inæqualitasve inveniri et demonstrari potest; ut fecit idem Archimedes in quadratura parabolæ. Præterea æqualitas et inæqualitas invenitur sæpenumero ex sectione utriusque quantitatis in partes quas considerant ut indivisibiles, ut fecit nostris temporibus Cavalerius Bonaventura, et idem Archimedes in multis locis. Idem denique fit considerando linearum potestates vel potestatum latera, per multiplicationem, divisionem, additionem, subtractionem, et laterum e potestatibus extractionem, vel inveniendo ubi terminantur rectæ ejusdem rationis. Exempli causa,

PARS III. 20.

Analysis et synthesis, quid.

termini omnium rectarum, quotquot esse possunt, ab aliqua linea recta ductarum et transeuntium per idem punctum, si partes earum ab illo puncto sint in eadem ratione, desinent quoque in una linea recta; idemque accidit, puncto sumpto inter duos circulos; ita ut omnium istorum punctorum *loci* sunt vel rectæ lineæ vel circumferentiæ circuli, et vocantur *loci plani*; ut termini rectarum parallelarum ad eandem rectam applicatarum, cujus rectæ, ad quam applicatæ sunt, partes duplicatam habent rationem ejus, quam habent inter se contiguæ applicatæ, omnes eorum termini erunt in sectione conica, ea sectio ipsa eorum terminorum *locus* est, et dicitur *solidus*, quia servit ad eliciendam quantitatem æquationis constantis ex dimensionibus tribus. Itaque tres sunt modi quærendi causam æqualitatis vel inæqualitatis inter duas datas quantitates, nimirum, per computationem *motuum*, quia motu et tempore æqualibus æqualia describuntur spatia; ponderatio autem est motus: per *indivisibilia*, quia omnes simul partes æquantur toti: et per *potestates*, quia latera æqualia sunt, quorum potestates sunt æquales, et contra, potestates æquales sunt quarum latera sunt æqualia. Sed in nullo horum modorum certa statui regula potest, in quæstione aliquanto complicatiore, a quo potissimum ex ignotis supposito ordienda sit analysis; neque ex variis æquationibus quæ ab initio sese produnt, quænam potissimum sit eligenda; sed ingenio, scientiæ prius acquisitæ, et partim etiam fortunæ successus tribuendus est. Nam tantus quisque post est analysta, quantus erat ante geometra; neque regulæ analyseos faciunt

PARS III. 20.

Analysis et synthesis, quid.

geometram, sed synthesis incipiens ab ipsis elementis, et ad elementa accedens logicus ipsorum usus. Vera enim traditio geometriæ est per synthesin, methodo quam docuit Euclides. Et qui Euclidem magistrum habet, geometra fieri potest sine Vieta (etsi Vieta erat geometra plane admirabilis); sed qui Vietam magistrum habet, sine Euclide non item.

Analyticæ autem ea pars, quæ est per potestates, etsi quibusdam geometris, non illis ex prima classe, ad problemata omnia, quæcunque illa fuerint, solvenda idonea visa est, angusta tamen res est. Nam continetur omnis in doctrina rectangulorum et rectangulis contentorum solidorum; adeo ut etsi venerint ad æquationem, quæ quantitatem quæsitam determinat, in plano tamen eam quantitatem aliquando exhibere per artem non possunt, sed in sectione aliqua conica, id est, ut geometræ dicunt, non geometrice sed mechanice. Hujusmodi autem problemata solida appellant, et quando neque ope sectionis conicæ exhibere eam possunt, problema appellant lineare. Itaque in quantitatibus angulorum et arcuum circuli, usus analyticæ per potestates nullus est. Antiqui igitur sectiones angulorum, ultra bisectionem et bisegmentorum bisectiones, in plano nisi mechanice exhibere impossibile esse pronuntiarunt. Nam Pappus (ante propositionem 31, libri IV.) distinguens et definiens genera problematum, *alia quidem plana, alia solida, alia linearia appellari* inquit. *Quæ igitur per rectas lineas et circuli circumferentiam solvi possunt* (id est, quæ regula et circino, absque alio instrumento, describi possunt) *merito dicuntur*

PARS III. 20.

Analysis et synthesis, quid.

plana; lineæ enim, per quas talia problemata inveniuntur, in plano ortum habent. Quæcunque vero solvuntur, assumpta in constructionem aliqua coni sectione vel etiam pluribus, solida appellata sunt; quoniam ad constructionem, solidarum figurarum superficiebus videlicet conicis uti necessarium est. Relinquitur tertium genus quod lineare appellatur: lineæ enim aliæ præter jam dictas in constructionem assumuntur, &c. Et paulo post, *ex hoc genere sunt lineæ helices, et quadratrices, et conchoeides, et cissoeides. Videtur autem non parvum peccatum esse apud geometras, cum problema planum per conica vel linearia ab aliquo invenitur.* Ponit autem anguli trisectionem inter solida, et quinquisectionem inter linearia. Quid ergo? geometræ antiqui qui ad rectam inveniendam arcui circuli æqualem, per quadraticem, et ipse Pappus, qui per hyperbolem invenit anguli dati trisectionem, an peccaverunt? minime. Nam utebantur antiqui analysi hac, per potestates; et quæ per proximas fieri potuere, peccatum erat si facerent per remotiores; argumentum enim illud erat, quod rei naturam non satis intelligerent.

Analyticæ per potestates virtus consistit in commutandis, versandis, vexandisque rectangulis et analogismis; et peritia analystarum logica est, qua quicquid in conclusionis quæsitæ subjecto et prædicato latitat, methodice inveniri possit. At symbolica, qua permulti hodie utuntur putantes esse analyticam, nec analytica est nec synthetica, sed calculationum arithmeticarum quidem vera, geometricarum autem falsa brachygraphia, ars quidem non docendi neque discendi geometriam, sed inventa geometrarum celeriter et compendio

PARS III. 20.

in commentarios redigendi. Nam etsi inter propositiones longe dissitas, facilis sit per symbola discursus, an tamen is discursus, cum fiat sine ipsarum rerum ideis, valde utilis existimandus sit, certe nescio.

CAPUT XXI.

DE MOTU CIRCULARI.

1. In motu simplice, quælibet recta linea in motu sumpta ita fertur ut vestigiis suis semper sit parallela. — 2. Si motus sit circularis circa centrum manens, et in circulo sit epicyclus, qui revolvitur in partes contrarias, ita ut æqualibus temporibus æquales fiant anguli, quælibet recta sumpta in epicyclo ita feretur ut vestigiis suis semper sit parallela. — 3. Motus simplicis proprietates. — 4. Si liquidum moveatur motu simplice circulari, puncta quælibet in eo sumpta describent circulos suos in temporibus, quæ sunt in ratione distantiarum a centro. — 5. Motus simplex dissipat heterogenea, congregat homogenea. — 6. Si circulus a movente motu simplice moto descriptus, circulo, quem describit punctum ab ipso circumactum, esset commensurabilis, redirent aliquando utriusque circuli puncta ad eundem situm. — 7. Si sphæra habeat motum simplicem, motus ejus magis dissipabit heterogenea, quanto remotior est a polis. — 8. Motui liquidi circulari simplici si obstat corpus non liquidum, fiet motus expansionis per superficiem. — 9. Motus circularis, circa centrum manens, imposita circumferentiæ nec adhærentia projicit per tangentem. — 10. Mota motu circulari simplice motum generant circularem simplicem. — 11. Si id quod ita motum est, habeat alteram partem duram, alteram fluidam, non erit motus ejus perfecte circularis.

In motu simplice, quælibet recta linea in motu sumpta ita fertur ut

1. MOTUM *circularem simplicem* eum esse definivimus, in quo singula puncta singulis temporibus æqualibus singulos arcus describunt æquales.

PARS III. 21. vestigiis suis semper sit parallela.

Itaque in motu circulari simplice, necesse est ut quæ in moto sumatur linea recta, ea feratur sibi semper parallela. Quod sic ostendo. Sit primo (in fig. 1) recta quælibet A B sumpta in quolibet corpore solido; et centro quolibet C, radio C A, ducatur arcus quilibet A D. Punctum autem B intelligatur describere ad easdem partes arcum B E, ipsi A D similem et æqualem. Quo tempore igitur punctum A percurrit arcum A D, eodem tempore punctum B percurret arcum B E, supposito nempe puncta A et B eadem moveri celeritate. Itaque in fine ejusdem temporis erit tota A B in D E. Sunt ergo A D, B E æquales. Cumque arcus A D, B E æquales sint, etiam subtensæ A D, B E rectæ æquales erunt. Est ergo quadrilaterum A B D E parallelogrammum. Fertur ergo A B sibimet ipsi parallela. Idem probari potest eadem methodo de quavis alia recta in eodem moto sumpta. Omnino igitur rectæ lineæ sumptæ in corpore, motu circulari et simplice circumlato, feruntur omnes sibimet ipsis parallelæ.

Coroll. I. Manifestum etiam est contingere idem in quolibet simpliciter moto, etiamsi motus circularis non sit. Nam lineæ rectæ cujuslibet puncta singula describent lineas etsi non circulares, attamen æquales. Adeo ut si A D, B E curvæ, non essent arcus circulorum, sed parabolarum, ellipsium, aliarumve figurarum, nihilo minus tum illæ, tum subtensæ earum, tum etiam quæ ipsas conjungunt rectæ, æquales essent et parallelæ.

Coroll. II. Manifestum etiam est, circulorum æqualium A D, B E radios, vel in sphæris axes, ita ferri, ut sint semper vestigiis suis parallelæ. Ducta

PARS III. 21.

enim ad centrum arcus B E recta B F, quæ radio A C sit æqualis, ea et junctæ F E vel C D æqualis erit; et angulus B F E æqualis angulo A C D. Sit jam intersectio rectarum C A, B E ad G. Angulus ergo C G E, propter B E, A D parallelas, æqualis est angulo D A C. Sed et angulus E B F æqualis est eidem D A C. Æquales ergo sunt anguli C G E et E B F. Quare A C, B F parallelæ sunt. Quod erat ostendendum.

Si motus sit circularis circa centrum manens, et in circulo sit epicyclus, qui revolvitur in partes contrarias, ita ut æqualibus temporibus æquales fiant anguli, quælibet recta sumpta in epicyclo ita feretur ut vestigiis suis semper sit parallela.

2. Sit datus circulus (in fig. 2) cujus centrum A, radius A B. Et centro B, radio quolibet B C, descriptus sit epicyclus C D E. Intelligatur autem centrum B circumagi circa centrum A, unaque totus epicyclus C D E, donec coincidat cum circulo F G H, habente centrum I. Sitque angulus B A I quilibet datus. Interea vero revolvatur epicyclus C D E super centrum proprium B, nimirum ab E ad C per D, dum centrum B promovetur ad I; idque secundum easdem rationes, id est, ita ut in utroque motu, temporibus æqualibus æquales fiant anguli. Dico axem epicycli, qui sit E C, ferri sibi semper parallelum. Fiat angulus F I G æqualis angulo B A I. Erunt ergo I F, A B parallelæ. Quantumque axes A G discessit a loco suo priore A C, quem discessum metimur per angulum ipsum C A G, sive C B D, quem ipsi supponimus æqualem, tantum discessit eodem tempore axis I G, idem qui B C, a situ suo. Quo tempore ergo B C venit ad I G per motum a B ad I, super centrum A, eodem tempore veniet G ad F per motum in epicyclo contrarium; id est, revolvetur G ad F, jacebitque I G in I F. Sed anguli F I G, G A C sunt æquales. Parallelæ ergo sunt

AC, id est, B C et I F, id est, axis sibimet ipsi in locis diversis. Fertur ergo axis epicycli E D C sibi semper parallelus. Quod erat probandum. PARS III. 21.

Coroll. Constat hinc, duos illos motus, quos ascribit telluri Nicolaus Copernicus, annuos recidere ambos ad hunc unum motum circularem simplicem, nimirum, per quem fit ut puncta moti æquali semper ferantur velocitate; id est, ut æqualibus temporibus æquales absolvant circulos uniformiter.

Sed et motuum circularium idem ut simplicissimus, ita et frequentissimus est; talis nimirum, quali utuntur, qui aliquid brachiis circumagunt, veluti qui molunt vel cribant. Nam per hunc motum, singula moti puncta describunt semper lineas æquales et similes; adeo ut qui regulam haberet, e qua æqualiter extarent multorum calamorum cuspides, is uno hoc motu multos posset versus simul exarare.

3. Explicato, qualis sit motus simplex, explicabimus quoque aliquot ejus proprietates. Motus simplicis proprietates.

Primo, corpus si feratur motu simplice in medio fluido et pleno, mutat situm partium omnium ambientis fluidi motui suo obstantium, etiam minimarum, ita ut in unumquemque locum novæ continuo subintrent fluidi particulæ.

Sit enim (in eadem fig. 2) corpus quodlibet K L M N, quod intelligatur moveri motu simplice circulari; et circulus, quem unumquodque ejus punctum describit, sit quantuscunque, puta, quantus est ipse K L M N; itaque et ipsum centrum A et quodlibet aliud punctum ejus, adeoque ipsum motum accedet modo ad partes K modo ad partes M. Accedente autem moto ad K, retrocedent

PARS III. 21.

partes liquidi ad loca posteriora. Itaque cum spatium omne supponatur plenum, necesse est ut aliæ succedant. Similiter fit versus L et M et N, et quaqua versum. Retrocedentibus autem partibus liquidi undequaque proximis, necesse etiam est regredi etiam partes illas quæ proximis sunt proximæ, et, supposito pleno, alias partes in earum loca subintrare; et sic deinceps in infinitum. Partes ergo omnes liquidi etiam minimæ locum mutant. Quod erat, etc. Manifestum hinc est motum simplicem, sive circularem, sive alium eorum, quæ mota loca sua perpetuo repetunt, pro velocitate sua et linearum, quas describunt majore vel minore magnitudine, vim habere majorem vel minorem partes obstantium corporum dissipandi. Potest autem et velocitas maxima in circuitu minimo, et minima in maximo intelligi, et si opus fuerit, supponi.

Si liquidum moveatur motu simplice circulari, puncta quælibet in eo sumpta describent circulos suos in temporibus, quæ sunt in ratione distantiarum a centro.

4. Secundo, supposito motu hoc simplice in aere, aqua, aliove liquido, partes ejus liquidi, quæ corpori moventi proxime adhærescunt, circumferentur eodem motu eademque velocitate; ita ut quo tempore punctum quodlibet moventis suum absolverit circulum, eodem tempore quælibet pars liquidi proxime moventi adhærens circuli sui describet partem circulo moventis integro æqualem. Describet, inquam, partem circuli, non circulum integrum; propterea quod omnes illæ partes motum suum habent a movente in circulo interiore concentrico, et sunt circulorum concentricorum exteriores interioribus semper majores; nec potest esse motus impressus a movente ullo, velocior quam est motus imprimentis. Ex quo intelligitur quod partes ambientis liquidi, a superficie moventis

PARS III. 21.

remotiores, suos circulos absolvant in temporibus quæ sunt in ea inter se ratione, quam habent inter se ipsarum a movente distantiæ. Punctum enim ambientis quodlibet, dum corpus a quo circumfertur contingit, una cum ipso circumducitur, et, nisi quantum propter excessum circuli exterioris super interiorem a turgo relinquitur, eundem faceret circulum. Ita ut si supponatur in eo liquido, quod moventi proximum est, fluctuare aliquid non liquidum, circumferetur illud una cum circumferente. Liquidum autem quod non est proximum, sed, ut ita loquar, pene proximum, motum suum accipit a proximo, qui major esse non potest, quam qui est in dante. Faciet ergo eodem tempore lineam, circularem quidem, sed non perimetrum integram, sed æqualem integræ perimetro moventis intimi. Itaque quo tempore movens describit suum circulum, id quod ipsum non contingit, non describet suum, sed arcum sui, toti illius perimetro æqualem. Eadem ratione cætera puncta remotiora describent eodem tempore suorum circulorum partes singulas, circulo moventis integro æquales, et per consequens circulos suos integros in temporibus quæ sunt distantiis suis a movente proportionales: quod erat ostendendum.

Motus simplex dissipat heterogenea, congregat homogenea

5. Tertio, idem motus simplex corporis positi in medio liquido, ea quæ in eodem liquido naturaliter fluctuant, siquidem homogenea sint, congregat sive in unum locum cogit; sin heterogenea sint, separat et dissipat. Quod si heterogenea non fluctuent sed sedeant, idem motus ea commovebit et confundet.

Cum enim corpora inter se dissimilia, id est,

PARS III. 21.

Motus simplex dissipat heterogenea, congregat homogenea

heterogenea, non sunt dissimilia quatenus corpora, (nam ut corpora non differunt) sed per aliquam causam specialem, id est, per motus quosdam partium suarum minimarum, sive motum internum (ostensum enim est cap. IX. art. 9, omnem mutationem esse motum internum), habebunt heterogenea differentes inter se motus internos sive specificos. Quæ autem sic differunt, motum ab externo communem dissimiliter patiuntur. Quapropter non ferentur una, hoc est, dissipabuntur. Dissipata autem incident aliquando in corpora sibi similia, unaque cum ipsis et similiter movebuntur, et hæc quoque in alia similia incidentia unientur et fient majora. Quare homogenea quidem in medio, ubi naturaliter fluctuant, a motu simplice congregantur; heterogenea vero dissipantur. Rursus, quæ in eodem liquido non fluctuant sed subsidunt, si in ea motus liquidi incurrat satis magnus ad ea suscitanda, suscitabuntur atque agentur ad motum ipsius liquidi; et proinde impedientur ne locum repetant, ubi naturaliter subsidunt et in quo solo uniuntur et extra quem promiscue feruntur, id est, confunduntur.

Motus autem hic quo homogenea congregantur et heterogenea disperguntur, is est, quem vulgo vocant *fermentationem*, a *fervendo*, ut et Græci ζύμην a ζέω. Nam et aqua fervescens facit ut partes suæ singulæ situm mutent, utque ejus rei, quæ in ipsam motam injicitur, particulæ pro diversis ipsarum naturis in diversa discurrant. Neque tamen fervor omnis ab igne est; nam et mustum aliæque res innumeræ suam quoque habent fermentationem et fervorem, nec tamen ab igne

omnem. Sed calorem, si quem in fermentatione sentimus, ipsa efficit fermentatio.

Si circulus a movente motu simplice moto descriptus, circulo quem describit punctum ab ipso circumactum, esset commensurabilis, redirent aliquando utriusque circuli puncta ad eundem situm.

6. Quarto, quo tempore movens cujus (in eadem fig. 2) centrum est A, motum per K L N, aliquoties convertendo (id est, quando perimetri B I, K L N sunt commensurabiles) lineam descripserit æqualem perimetro per BI, eodem tempore revertentur omnia puncta corporis fluctuantis, cujus centrum est B, ad eundem situm respectu moventis unde digressa erant. Quoniam enim est ut distantia B A, id est, radius circuli per B I, ad perimetrum ipsam B I, ita radius circuli KLN, ad ipsam K L N; et velocitates utriusque puncti B et K sunt æquales; erit quoque tempus revolutionis in B I ad tempus unius revolutionis in K L N, ut perimeter B I ad perimetrum K L N, et proinde tot revolutiones in K L N, quot simul sumpti exæquant circulum BI, absolventur eodem tempore in quo absolvitur tota perimeter B I. Quare eo tempore revertentur L, N, F, H et puncta cætera ad eundem situm a quo discesserant. Idem ostendi potest, quæcunque ea puncta sint quæ considerabuntur. Revertentur ergo omnia puncta ad eundem situm. Quod erat probandum.

Sequitur hinc, si perimetri B I, K L N non sint commensurabiles, non fore ut omnia puncta ad eundem inter se situm sive configurationem unquam revertantur.

Si sphæra habeat motum simplicem, motus ejus magis dissipabit hetero-

7. In motu simplice si corpus quod movetur habeat figuram sphæricam, minorem habebit vim heterogenea dissipandi sive cogendi homogenea versus polos sui motus quam versus medium. Sit

PARS III. 21. genea, quanto remotior est a polis.

(in fig. 3) sphæra cujus centrum A, diameter BC; quæ sphæra intelligatur moveri motu simplice circulari; et ejus motus axis sit recta DE, secans diametrum BC ad angulos rectos in A. Circulus autem quem describit quodlibet sphæræ punctum, puta B, habeat diametrum BF. Sumptaque FG rectæ BC æquali et divisa bifariam in H, erit A post dimidiam revolutionem in H. Et quoniam HF, AB sunt æquales, circulus descriptus centro H, radio HF vel HG, æqualis erit circulo centro A, radio AB descripto. Et continuato eodem motu, post alteram dimidiam revolutionem redibit punctum B ad locum unde moveri cœpit. Transfertur igitur post dimidiam revolutionem punctum B ad F, et totum hemisphærium DBE in hemisphærium in quo sunt puncta L, K, F. Retrocedit ergo liquidum, quod puncto F contiguum erat, tantum quanta est recta BF, idque eodem tempore. Et in reditu puncti F ad B, id est, puncti G ad C, tantundem recedit liquidum a puncto C in linea directa. Atque hæc ita se habent in medio sphæræ, ubi distantia a polis est maxima.

Sumatur jam in eadem sphæra punctum I propius polo, per quod ducatur recta IK parallela rectæ BF secans arcum FL in K, et axem HL in M. Deinde juncta HK, ducatur super HF perpendicularis KN. Venient ergo simul B ad F, et I ad K; sunt enim BF, IK, æquales, et eadem descriptæ velocitate. Motus autem per IK ad liquidum in quod agit, nimirum ad partem liquidi quæ contigua est puncto K, obliquus est. Quod si motus ille factus esset per rectam HK, perpendicularis esset. Minus autem movet motus veniens

per L K, quam per H K velocitate eadem. Sed motus per H K æqualiter summovet liquidum ac motus per H F; minus ergo movet liquidum pars sphæræ circa K, quam circa F, nempe quanto K N minor est quam H F. Minus ergo etiam dispergit heterogenea, et minus congregat homogenea, propius quam longius a polis. Quod oportebat demonstrare. PARS III. 21.

Coroll. Necesse etiam est in planis axi perpendicularibus, magisque a medio sphæræ distantibus quam distat ipse polus, motum hunc simplicem nihil agere. Nam axis D E describit motu simplice superficiem cylindri; in quo motu versus cylindri bases nullus omnino est conatus.

Motui liquidi circulari simplici si obstat corpus non liquidum, fiet motus expansionis per superficiem.

8. Si in medio liquido moto ut dictum est circulariter, natare intelligatur aliud mobile sphæricum non liquidum, partes liquidi in ipsum impingentes conatum habebunt sese undequaque, per superficiem ipsius corporis non liquidi, expandendi. Et hoc quidem experientia satis manifestum reddit, nempe in effusæ aquæ expansione super pavimentum. Ratio autem hujusmodi est. Quoniam (in fig. 3) sphæra A movetur ad partes B, liquidum quoque, in quo illa movetur, motum habebit eundem. Sed quoniam motu hoc incurrit liquidum in corpus non liquidum ut G, ita ut progredi non possit, neque possit tamen contra vim moventem regredi, restat ut particulæ ejus expassæ superficiem obstantis corporis G quaquaversum radant, ut ad O P. Quod erat probandum.

Motus circularis, circa centrum manens, imposita circumferentiæ nec adhæ-

9. Motus circularis compositus, id est, per quem singulæ moti partes perimetros simul describunt aliæ majores, aliæ minores pro ratione distantiarum a centro communi, corpora non liquida

PARS III. 21. corpori ita moto adhærentia circumfert; eadem autem a contactu abrupta per tangentem puncti abruptionis projicit.

rentia projicit per tangentem.

Sit enim circulus (in fig. 4) cujus radius A B, et corpus aliquod positum in circumferentia ad B; quod quidem si fixum sit in B, una circumferetur, ut satis per se manifestum est. Inter movendum autem, adhæsio illa supponatur quomodocunque tolli, tunc cum est in puncto B. Dico fore ut mobile a B procedat per tangentem B C. Intelligatur tam radius A B quam ipsum corpus B, consistere ex materia dura. Et supponamus radium A B percussum esse in puncto B a corpore incidente secundum D B tangentem. Orietur ergo motus circularis ex concursu duarum rerum, quarum altera est conatus per D B productam versus C (nam procederet corpus a B, per ipsum B C, nisi esset retentum ad A B radium), altera est retentio ipsa. Sed retentio illa nullum dat corpori in B conatum versus centrum. Sublata igitur retentione, id quod fit in abruptione, restat unicus in B abrupto conatus, et is per tangentem B C. Ergo per tangentem B C movebitur punctum B abruptum: quod erat demonstrandum. Ex hac demonstratione apparet motum circularem circa axem immotum excutere et longius summovere a centro sui motus quicquid superficiei contiguum existens ipsi non firmiter adhæret: idque tanto magis quanto longius receditur a polis; tantoque etiam magis quanto ea, quæ excutiuntur, minus a fluido ambiente propter alias causas versus centrum repelluntur.

Mota motu circulari simplice, motum

10. Si corpus sphæricum moveatur in medio liquido motu circulari simplice; sitque in eodem

medio natans alia sphæra ex materia non liquida, ea quoque movebitur motu circulari simplice. PARS III. 21.

Sit enim (in figura 5) circulus B C D, cujus centrum A. In cujus circumferentia moveatur sphæra, ita ut describat motu simplice ipsam perimetrum B C D. Sit autem sphæra alia E F G ex materia consistente, cujus semidiameter E H, centrum H. Et radio A H describatur circulus H I. Dico sphæram E F G motam fore in circumferentia H I, a motu corporis in B C D, motu simplice. Quoniam enim motus in B C D (per art. 4 hujus capitis) facit ut singula puncta medii liquidi describant eodem tempore lineas circulares inter se æquales, puncta E, H, G, rectæ E H G describent eodem tempore circulos æquales radiis æqualibus. Ducatur E B parallela et æqualis rectæ A H, jungaturque A B; erit ergo A B æqualis et parallela E H. Centro ergo B, radio B E, describatur arcus E K arcui H I æqualis, ducanturque rectæ A I, B K, I K; eruntque B K, A I æquales. Et quoniam duo arcus E K, H I, id est, anguli K B E, I A H, sunt æquales, erunt B K, A I parallelæ; quare et rectæ A B, K I, quæ ipsas connectunt, æquales sunt et parallelæ. Sunt ergo et K I, E H parallelæ. Cum ergo eodem tempore E, H translata sunt ad K et I, erit tota recta I K rectæ E H, unde discessit, parallela. Necesse ergo est, quia sphæra E F G supponitur consistens ita ut omnia puncta ejus eundem semper situm servent, ut quælibet alia recta, in ea sphæra sumpta, feratur propriis ipsius vestigiis semper parallela. Movetur ergo sphæra E F G motu circulari simplice. Quod erat demonstrandum.

generant circularem simplicem.

PARS III. 21.

Si id quod ita motum est, habeat alteram partem duram, alteram fluidam, non erit motus ejus perfecte circularis.

11. Si in medio undequaque fluido, quod a corpore commovetur circumacto motu simplice, sive is motus perfecte circularis sit sive ellipticus, sive secundum lineam in se reductam quamcunque, ponatur aliud corpus fluidum et ipsum tenacius tamen quam est medium; dico primo, partes aliquas minutissimas, propter illam medii concitationem, avulsas a cætera mole medium subingressuras esse, easque, quæ primo moventi obvertuntur, propius ad ipsum accessuras esse: secundo, quod reliqua moles intumescet: tertio, quod eadem moles magis ad eas partes accedet, in quibus maxima est fluiditas. Supponamus enim corpus aliquod in medio fluido, puta aere, collocatum, motu simplice in se redeunte aerem commovere; in eodem autem aere collocatum esse fluidum aliud, sed aere tenacius, ut aquam. Dico partes aquæ aliquas minutas necessario aerem subingressuras esse. Quoniam enim ostensum est articulo quinto, medium, id est aerem, ita commoveri ut singulæ partes ejus, usque ad minutissimas, loca sua cum particulis proximis perpetuo commutent, necesse est ut partes aquæ aeri contiguæ, cum partibus aeris, loca commutent. Partes ergo aquæ aerem subingrediuntur aliquæ: quod est primum. Secundo, quoniam aquæ partes illæ, quæ in aerem sunt ingressæ, avulsæ sunt a cætera mole aquæ, habeatque aqua, per hypothesin, tenacitatem aliquam, fiet necessario ut aqua summa, unde illæ particulæ egressæ sunt, aliquousque egressas sequatur, id est, ut aqua aliquanto intumescat: quod est secundum. Tertio, quoniam corporis una pars supponitur magis esse fluida quam alia, facilius intumescent partes

fluidiores quam minus fluidæ; qua autem intumescunt, ea etiam tota moles conabitur magis; quare propter tenacitatem partium, pars ea, quæ minus conatur in via contraria, illam sequetur, id est, tota moles ea movebitur: quod restabat demonstrandum. PARS III. 21.

CAPUT XXII.

DE CÆTERA MOTUUM VARIETATE.

1. Conatus et nixus, quo modo differunt.—2. Duo genera mediorum, in quibus fit motus.—3. Motus propagatio a corpore in corpus, quid.—4. Motus a comprimentibus, quis.—5. Fluida compressa se mutuo penetrant.—6. Corpus in aliud corpus impingens nec penetrans agit in perpendiculari, quæ ducitur ad superficiem corporis in quod impingitur.—7. Corpus durum, in aliud si impingens penetret, non penetrabit per perpendicularem nisi perpendiculariter incidat.—8. Motum aliquando in oppositum moventi.—9. In medio pleno motus propagatur ad distantiam quamlibet. —10. Dilatatio et contractio, quid.—11. Dilatatio et contractio supponit partium minutarum mutationem quoad situm.—12. Tractio omnis est pulsio.—13. Quæcunque pressa aut tensa se restituunt, motum habent in partibus internis.—14. Si vehens impingat, vectum tamen procedet. 15, 16. Percussionis et ponderis effectus comparari inter se non videntur posse.—17, 18. In partibus corporis internis motus incipere non potest.—19. Actio et reactio per eandem procedunt lineam.—20. Habitus quid.

Conatus et nixus quo modo differunt.

1. Conatum definivimus supra, cap. XV. art. 2, esse motum per longitudinem quidem aliquam, consideratam autem non ut longitudinem, sed ut punctum. Itaque sive quid conanti resistit, sive nil resistit, conatus tamen idem est. Nam conari simpliciter idem est quod ire. Quod si quando

PARS III. 22.

duo corpora, in partes contrarias conantia, mutuo se premant, conatus ille utriusvis nixus appellari solet, estque conatus, cui aliud insistens conatur in contrarium sive resistit.

Duo genera mediorum, in quibus sit motus.

2. Tam autem ipsa corpora mota, quam media in quibus moventur, duorum sunt generum; vel enim talia sunt, ut eorum partes inter se cohæreant, ut moventi nulla pars moti facile cedat, nisi cedente toto; qualia sunt quæ vocantur *dura;* vel partes eorum, immoto toto, facile tamen cedunt moventi, ut quæ *fluida* dicuntur et *mollia*. Nam *fluidum, molle, lentum*, et *durum*, sicut magnum et parvum, dicuntur tantum comparative, nec sunt diversa genera, sed diversi gradus qualitatis.

Motus propagatio a corpore in corpus quid.

3. Agere autem et pati est movere et moveri; et quicquid movetur, a moto et contiguo movetur, ut ostensum est in præcedentibus. Et in distantia quantalibet dicimus primum movens ultimum movere mobile, sed mediate, ita nempe ut primum moveat secundum, secundum moveat tertium, et sic deinceps, donec ventum sit ad contactum cum ultimo. Quando ergo corpus aliquod, corpus contra conans, illud movet, et hoc motum movet itidem tertium, et sic deinceps, illam actionem motus propagationem appellabimus.

Motus a comprimentibus, quis.

4. Si duo corpora fluida in loco libero se mutuo premant, partes eorum movebuntur sive conabuntur ad latera; neque eæ solum partes, quæ sunt ibi ubi fit contactus, sed omnes. Nam in contactu primo, partes ab utroque conante pressæ alium locum non habent, in quo moveri possunt, neque anteriorem neque posteriorem; exprimuntur ergo versus latera, idque, si vires sint æquales, in linea quæ sit ad corpora, unde exprimuntur, perpendicularis. Cum

autem, pressis partibus utriusque corporis anterioribus, premantur etiam posteriores (nam motus partium posteriorum a repulsu partium anteriorum non sistitur in instante, sed aliquantisper durat) his quoque locus, ubi moveri possint, aliquis dandus est; sed locus motui in anteriora non datur; necesse ergo est ut moveantur in loca, quæ circumquaque sunt ad latera. Atque hoc contingit necessario, non modo in fluidis, sed etiam in consistentibus et duris: etsi id minus aliquando sensibus manifestum sit. Nam etsi, ex compressione duorum lapidum, nullam oriri ad latera extumescentiam oculis (id quod fit in duobus corporibus cereis) cernimus, necessarium tamen esse, ut aliquis ibi tumor sit quamvis exiguus, satis intelligitur ratione. PARS III. 22.

5. In loco autem clauso si utrumque corpus sit, alterum ab altero, si comprimantur, penetrabitur, diverse tamen pro varietate quam habent conatuum. Supponamus enim ex materia dura vas cylindraceum concavum, utrinque bene obturatum, sed repletum prius, inferne quidem aere vel aqua, superne vero liquido aliquo graviore, ut argento vivo. Inverso ergo cylindro, necesse est, magis conantibus ad fundum iis, quæ magis sunt gravia, et facultate excurrendi ad latera propter duritiem vasis sublata, quod grave et superius erat, a leviore recipi et subsidere. Illud enim, quod facilius partium suarum patitur diremptionem, prius dividitur; quo diviso, ut partes alterius dirimantur non est necessarium. Neque ergo quando duo liquores clausi in eodem vase locum commutant, necesse est, ut eorum partes usque ad minimas permisceantur. Opus enim non est, uno eorum hiscente, ut alterius quoque partes dirimantur. Fluida compressa se mutuo penetrant.

PARS III. 22.

Quod si liquidum in loco non clauso innitatur vel impingat in corpus durum, fiet quidem conatus versus duri corporis partes internas: movebuntur autem partes liquidi, propter duri resistentiam exclusæ, undiquaque secundum ejus superficiem, idque, si nixus perpendicularis sit, æqualiter. Nam cum omnia, quæ in causa sunt, æqualia sint, etiam effectus æquales erunt. Quod si nixus non sit perpendicularis, anguli incidentiæ inæquales erunt, ideoque expansio quoque inæqualis erit, et major ex parte anguli majoris, propterea quod directior est motus per directiorem lineam.

Corpus in aliud corpus impingens nec penetrans agit in perpendiculari, quæ ducitur ad superficiem corporis in quod impingitur.

6. Si corpus in corpus impingat vel innitatur, nec ipsum penetret, dabit tamen parti, in quam impingit vel innititur, conatum recedendi per rectam, quæ sit superficiei ejus in puncto impactus perpendicularis. Sit enim (in fig. 1) corpus durum A B C D, cui corpus aliud motum per rectam E A utcunque inclinatam vel non inclinatam, impingat vel innitatur in A. Dico corpus hoc, ita motum vel innitens nec penetrans, daturum parti A conatum recedendi per rectam rectæ A D perpendicularem. Nam sit A B ipsi A D perpendicularis, et producatur B A ad F. Manifestum ergo per se est, si A F coincidat cum A E, motum per E A effecturum ut A conetur per A B. Sit ergo E A ad A D obliqua; et a puncto E demittatur recta E C secans A D ad angulos rectos in D, compleanturque rectangula A B C D et A D E F. Ostensum est (cap. XVI. art. 8) conduci mobile ab E ad A a concursu duorum motuum uniformium, quorum alter est per E F et ipsi parallelas, alter per E D et parallelas ejus. Motus autem per E F et parallelas ejus, quarum una est D A, nihil con-

tribuit quo mobile unquam niti vel conari possit ab A versus B. Totus ergo conatus, quem habet mobile in inclinata E A transeundi vel premendi rectam A D, totus, inquam, est a motu vel conatu perpendiculari in F A. Habebit ergo E, postquam est in A, conatum illum solum, qui oritur a motu per F A perpendicularem, id est, per A B: quod erat demonstrandum.

PARS III. 22.

Corpus durum, in aliud si impingens penetret, non penetrabit per perpendicularem nisi perpendiculariter incidat.

7. Si corpus durum in aliud corpus impingens vel innitens ipsum penetret, conatus ejus post initium penetrationis non erit in producta inclinata, neque in perpendiculari; sed modo inter utrasque, modo extra.

Sit (in eadem figura 1) producta inclinata E A G, et sit transitus per medium in quo est E A, primo, facilior quam transitus per medium in quo est A G. Quam primum ergo mobile A immersum est in medio, in quo est A G, fiet major resistentia contra motum per D A et ejus parallelas, infra A D quam supra. Tardior ergo fit motus per parallelas ipsius D A infra D A quam supra: quare motus qui fit ex concursu motuum per E F, E D est tardior, infra D A quam supra: quare conatus mobilis A non procedet per E A productam, sed citra eam. Quoniam autem conatus per F A gignit conatum per A B, si conatui per F A addatur conatus per D A, qui post immersionem jam puncti A aliquis certe est; non procedet conatus ab A amplius in perpendiculari A B, sed ultra eam; conabitur ergo A per rectam aliquam inter A B et A G, puta, per A H.

Secundo, sit transitus per E A quam per A G difficilior. Erit itaque motus, qui fit ex concursu per E F, F B, supra A D tardior quam infra eandem;

PARS III. 22.

et per consequens conatus ab A non erit per E A productam, sed ultra eam, ut in A I. Quare si corpus durum, &c. quod erat probandum. Atque hæc quidem a recta A G divergentia rectæ A H, appellari solet ab opticis refractio: quæ quidem fit, quando transitus est primo facilior, deinde difficilior, vergendo ab inclinata ad perpendicularem; contra vero, quando transitus primus difficilior est, longius a perpendiculari abeundo.

Motum esse aliquando in oppositum moventi.

8. Manifestum est (per theorema 6) in tali situ collocari posse vim moventem, ut ab ea agatur mobile per viam viæ moventis fere contrariam, quemadmodum fieri videmus in motu navium.

Sit enim (in fig. 2) mobile A B, puta navem, cujus longitudo a prora ad puppim sit A B. Ventus autem ipsi incumbat secundum rectas parallelas C B, D E, F G; et a puncto B ducta ad rectam A B perpendicularis secet D E, F G in E et G. Sintque B E, E G inter se æquales, et angulus A B C quantuluscunque. Deinde inter B C, B A ducatur recta B I, secundum quam concipiatur expandi velum, in quod velum impingat ventus in punctis L, M, B, a quibus punctis ducantur perpendiculariter rectæ BK, MQ, LP. Denique super rectam BG ducantur perpendiculares EN, GO secantes BK in H et K, fiantque HN, KO tum rectæ BA, tum inter se æquales. Dico fore ut navis BA, a vento spirante per C B, D E, F G, aliasque ipsis parallelas, provehatur, fere in oppositum venti, id est, per viam viæ moventis fere contrariam.

Ventus enim, qui flat secundum C B, dabit conatum puncto B procedendi (ut art. 6 ostensum est) per rectam rectæ B I perpendicularem, id est, per B K, et punctis M et L procedendi per rectas

Motum esse aliquando in oppositum moventi.

M Q, L P ipsi B K parallelas. Temporis autem mensura sit B G, quæ dividitur bifariam in E. Tempore ergo B E promoveatur punctum B ad H: quare eodem tempore a vento flante per D M et FL et cæteras quas libuerit ducere ipsis parallelas, tota navis applicabitur rectæ H N. Item in fine temporis secundi E G, eadem navis applicabitur rectæ K O. Semper ergo procedet navis versus anteriora, faciens angulum ad ventum, æqualem angulo A B C quantulocunque, et singulis temporibus tantum quanta est recta E H. Atque sic quidem se res habet, supposito quod navis eadem celeritate moveri possit lateraliter a B A versus K O, qua celeritate movetur antrorsum in B A. Sed fieri hoc non potest, propter molis aquæ lateri innitentis resistentiam, quæ quidem præ resistentia tantillæ aquæ proræ innitentis magna est, adeo ut navis progrediatur versus latera vix sensibiliter. Procedet ergo punctum B fere in ipsa recta B A faciente cum vento angulum A B C quantulumcunque: id est, fere in recta B C; id est, per viam viæ moventis fere contrariam: quod erat demonstrandum. Oportet autem velum in B I ita tensum esse, ut nullus in eo relinquatur sinus; alioqui enim rectæ L P, M Q, B K non erunt veli plano perpendiculares, sed cadentes infra P, Q, K navem retrorsum agent. Sed prò velo usus appensa tabula, pro navi plaustello rotis exiguis fulto, pro mari pavimento, ita verum hoc expertus sum, ut vix potuerim tabulam vento in quantulacunque obliquitate opponere, quin ab eo plaustellum abriperetur.

Ex eodem theoremate 6 inveniri potest, quanto ictus obliquus ictu perpendiculari, cæteris paribus,

PARS III. 22.

sit debilior. Sit enim (in fig. 3) incidens, verbi gratia, in oppositum murum A B ictus obliquus per C A. Ducatur C E ipsi A B parallela; et D A eidem A B perpendicularis, et æqualis rectæ C A; sitque velocitas et tempus motus per C A æquales velocitati et tempori motus per D A. Dico debiliorem esse ictum per C A quam per D A, in ratione EA ad DA. Nam producta DA utcunque in F, erit conatus utriusque ictus per perpendicularem A F, per art. 6. Sed ictus per C A fit ex concursu duorum motuum per C E et E A, quorum motuum is qui fit per C E ictui in A nil contribuit; propterea quod C E, B A sunt parallelæ. Quare ictus per C A fit a motu qui est in sola E A. Velocitas autem sive vis ictus perpendicularis in C A est ad velocitatem sive vim ictus in D A, ut E A ad D A. Debilior est ergo ictus obliquus in C A, quam ictus perpendicularis in D A, in ratione E A ad D A sive ad C A: quod erat probandum.

In medio pleno motus propagatur ad distantiam quamlibet.

9. In medio pleno eo usque procedit conatus omnis, quousque pertinet ipsum medium; id est, si medium sit infinitum, in infinitum.

Quicquid enim conatur movetur, ideoque cedere facit quicquid ei obstat, saltem aliquantulum, nimirum quantum quod movet promovetur. Quod autem cedit movetur quoque, et proinde cedere facit id quod ipsi obviam est; et sic deinceps, quousque existit medium aliquod plenum, id est, si medium infinitum sit, in infinitum: quod erat probandum.

Quanquam autem hujusmodi conatus, perpetuo propagatus, non semper ita appareat sensibus tanquam esset motus aliquis; apparet tamen ut actio,

sive mutationis alicujus efficiens causa. Nam si statuatur, exempli causa, ante oculos objectum aliquod valde exiguum, ut una arenula, quæ quidem ad certam quandam distantiam sit visibilis; manifestum est eam removeri longius tanto posse ut sensum fugiat, nec tamen desinere agere in videndi organum, ut jam ostensum est, ex eo quod conatus omnis procedit in infinitum. Intelligatur ab oculo removeri ad distantiam quamvis maximam, et alias arenulas singulas ejusdem magnitudinis satis multas remotæ apponi; apparebit tandem id, quod ex appositis fit aggregatum; et quamvis nulla istarum arenularum videatur a cæteris distincta, acervus tamen earum vel mons totus videbitur manifeste; id quod fieri non posset, si partes nihil omnino singulæ agerent.

Dilatatio et contractio, quid.

10. Inter gradus *mollis* et *duri* ea sunt quæ *lenta* appellantur. *Lentum* autem est, quod idem manens flecti potest. Et flexio in linea quidem est, manente eadem linea, adductio extremorum punctorum vel diductio, id est, motus a rectitudine ad curvitatem vel contra: (nam terminis lineæ quantum potest diductis, fit recta, quæ alioqui curva est); in superficie autem, diductio vel adductio extremarum linearum, id est, dilatatio et contractio.

Dilatatio et contractio supponit partium minutarum mutationem quoad situm.

11. *Dilatatio* autem et *contractio*, ut et omnis *flectio*, supponit necessario accessionem partium internarum corporis flexi versus externa, vel ab externis recessionem. Nam etsi in sola corporis longitudine consideretur, orietur in flexo ex una parte convexa, ex alia concava linea, quarum hæc, quia interior, nisi ab ea adimatur et convexæ addatur aliquid, curvior erit, id est, major; sunt autem

PARS III. 22.

æquales. Fit ergo a partibus flexi interioribus accessio ad exteriores; et contra, in tensione, ab exterioribus ad interiores.

Ea autem, quæ transpositionem partium talem minus facile patiuntur, *fragilia* appellantur; et, non nisi magna vi flectenda, subitaneo motu dissiliunt.

Tractio omnis est pulsio.

12. Distinguitur item motus in *pulsionem* et *tractionem*. Et *pulsio* quidem, ut ante eam definivimus, est quando id, quod movetur, antecedit id quod movet. *Tractio* vero contra, quando movens antecedit motum. Veruntamen attentius considerantibus videtur esse *pulsio*. Nam duarum partium corporis duri, dum anterior pellit ante se medium in quo fit motus, id quod pellitur pellit aliud, et hoc rursus aliud, et sic deinceps. In qua actione, supposito quod locus nullus corpore vacuus sit, necesse est, continua pulsione, scilicet facta actionis circumitione, ut id quod movet parti illi, quæ ab initio non pelli sed trahi videbatur, a tergo sit, adeo ut tractum antecedat jam corpus illud a quo movetur, et proinde pulsum non tractum est.

Quæcunque pressa aut tensa se restituunt, motum habent in partibus internis.

13. Quæ dimota a locis suis per compressionem vel tensionem vi factam, et ea vi amota, statim ad situm priorem redeunt et se restituunt, principium restitutionis suæ in se habent, nempe motum quendam in partibus internis, qui tunc inerat cum ante vim amotam erant tensa vel compressa. Est enim restitutio illa motus; moveri autem quod quiescit, sine movente moto et contiguo non potest. Ablata autem vi sive comprimente sive tendente, causa tamen nulla existit restitutionis ex ipsa comprimentis vel tendentis ablatione.

Nam ablatio impedimenti causæ efficaciam non habet, ut ostensum est in fine art. 3, capitis XV. Causa ergo restitutionis est in motu aliquo partium corporis compressum vel tensum ambientis, vel partium ipsius compressi vel tensi. Sed partes ambientis nullum habent conatum, qui faciat neque ad compressionem vel tensionem, neque liberationem et restitutionem; restat ergo ut a tempore ipsius compressionis vel tensionis relictus sit conatus sive motus aliquis, per quem amoto impedimento unaquæque pars locum suum priorem capessit, id est, totum restituitur.

Si vehens impingat, vectum tamen procedet.

14. In *vectione*, si *vehens* impingat vel quomodocunque subito sistatur, vectum autem non impingat, vectum procedet donec ab externo aliquo motus ejus extinguatur. Ostensum enim est, (cap. VIII. articulo 19) motum, nisi ab externo aliquo resistente motus ejus impediatur, æternum et eadem moveri celeritate. Item, (cap. IX. artic. 7) sine contactu actionem externi nullam esse. Impactus ergo vehentis non tollit motum vecti. Procedet ergo id quod vehitur, donec et illius motus paulatim ab externo aliquo resistente extinguatur: quod erat probandum; etsi ad hujus rei probationem ipsa suffecisset experientia. Similiter, si sit vehens et vectum, vehens autem a quiete subito moveatur, vectum non feretur una, sed relinquetur. Nam pars vecti quæ vehenti contigua est, eundem quidem motum fere habet cum vehente; partes autem remotæ unaquæque pro diversis a vehente distantiis, velocitates concipiunt diversas, nimirum remotiores gradus velocitatis minores. Necesse est ergo vectum a vehente plus vel minus relinqui;

PARS III. 22.

ut manifestum experientia fit, quando prosiliens equus sessorem resupinat,

Percussionis et ponderis effectus comparari inter se non videntur posse.

15. Itaque in percussione, ubi corpus durum magna vi percutitur ab alio duro in parte aliqua exigua, non est necesse ut ob eam rem totum corpus eadem cedat celeritate, qua cedit pars percussa. Nam cæteræ partes motum, quem habent, a motu partis percussæ et cedentis habent, qui motus ad latera undequaque minus propagatur, quam antrorsum; unde fieri videmus aliquando, ut corpora durissima et erecta, vix tamen stantia, violento ictu facilius perfringantur quam dejiciantur; cum tamen si partes eorum quovis levissimo motu omnes simul protruderentur, dejicerentur.

16. Differentia inter *trusionem* et *percussionem*, etsi in nulla alia re consistat, nisi quod in *trusione* quidem motus moventis et moti simul in ipso contactu incipiant, in *percussione* vero percutiens ante moveatur quam *percussum*, effectus tamen eorum adeo diversi inter se sunt, ut comparari inter se earum vires non videantur posse. Dato, inquam, percussionis effectu aliquo, exempli causa, ictu fistucæ dati ponderis, quo palus in terram datæ tenacitatis, data mensura infigitur, definire quanto pondere, sine ictu, et quanto tempore idem palus in eandem terram tantundem infigatur, mihi quidem si non impossibile, tamen difficillimum esse videtur. Difficultatis autem causa est, quod velocitas percutientis cum ponderantis magnitudine comparanda esse videatur. Velocitas autem, quæ ex longitudine spatiorum æstimatur, pro unica dimensione habenda est; pondus autem,

quod dimensione totius corporis metimur, est instar solidi. Solidi autem et longitudinis, id est, lineæ, comparatio nulla est.

In partibus corporis internis motus incipere non potest.

17. Si corporis cujuslibet partes internæ quiescant, vel situm inter se ad tempus quantulumcunque eundem conservent, nullus in illis partibus oriri potest neque motus neque conatus, cujus causa efficiens non sit extra corpus cujus illæ partes sunt. Siquidem enim in corpore aliquo particulam aliquam intra totius superficiem comprehensam nunc quiescere, mox moveri supponeremus, necesse erit partem illam a moto moveri, et a contiguo. Tale autem motum et contiguum intra totum corpus, per hypothesin, nullum est. Oritur ergo, si quis oritur, conatus, motus, vel situs mutatio, a causa aliqua efficiente extra corpus, cujus illæ sunt partes internæ: quod erat probandum.

18. Itaque in corporibus duris, quæ compressa vel extensa fuerint, si sublato premente vel tendente in locum situmve suum priorem se restituunt, necesse est partium suarum internarum conatum, id est, motum, quo loca et situs suos priores potuerint recuperare, aliquem fuisse etiam ante quam premens tendensve amoveretur. Itaque etiam balistæ lamina chalybea tensa, quæ permissa sibi se restituit, etsi, sensu judice, et ipsa et omnes partes ipsius quiescere videantur, tamen partes ejus, judice ratione, quæ nec sublationem impedimenti inter causas efficientes numerat, neque quicquam a quiete ad motum sine causa efficiente transire concipit, ante motæ erant quam illæ se restituere inciperent.

PARS III. 22.

Actio et reactio per eandem procedunt lineam.

19. Actio et reactio per eandem fiunt lineam, sed a terminis oppositis. Cum enim reactio nihil aliud sit, quam corporis patientis sese in eundem situm, unde a conatu agentis deturbatur, restituendi conatus, conatus sive motus utriusque, nempe agentis et reagentis, propagatur inter eosdem terminos, ita tamen ut quod in actione est terminus *a quo*, in reactione sit terminus *ad quem:* cumque ita se res habeat non modo inter terminos oppositos totius lineæ per quam actio propagatur, sed etiam per omnes ejus partes, termini *a quo* et *in quem* tam actionis quam reactionis in eadem erunt linea. Fit ergo actio et reactio in eadem linea.

Habitus quid.

20. Cum his, quæ dicta sunt de motu, conjungemus etiam aliquid de *habitu*. Est enim *habitus* motus quædam generatio, non quidem motus simpliciter, sed moti per certam et designatam viam conductio facilis. Quod cum fiat per conatuum, qui motum divertunt, debilitationem, debilitandi sunt paulatim tales conatus. Id quod fieri non potest sine actione diu manente, vel actionibus repetitis; et propterea ex consuetudine oritur facilitas, quam vulgo et recte habitum dicunt. Definiri autem hoc modo potest: *Habitus est motus consuetudine, id est, perpetuo conatu vel conatibus iteratis contra conatus resistentes, per certam viam diversam ab ea in qua a principio cœptum est moveri, factus expeditior.* Quod ut exemplo aliquo magis perspicuum fiat, animadvertamus quod cum manum lyræ admovet pulsandi imperitus, post primum ictum non feretur manus ad locum, quem ille vult pulsandi secundum esse,

Habitus quid.

nisi eam conatu novo revocet, et quasi denuo incipiens a primo transeat ad secundum: neque ab hoc conatu novo movebitur manus ad locum tertium, sed opus erit rursus manum retrahere; et sic deinceps, conatu ad omnem pulsum mutato, donec sæpius id faciendo, manus tandem, multis motibus sive conatibus interruptis in unum conatum æquabilem compositis, viam ab initio destinatam expedite permeat. Neque in animalibus tantum, sed et in corporibus inanimatis animadverti habitus possunt. Videmus enim balistæ laminam vi multa tensam, quæque sublato impedimento magna vi reditura esset, postquam longo tempore tensa manserit, habitum acquirere talem, ut permissa suo proprio ingenio non modo se non restituat, sed etiam ut non minori vi reducenda sit, quam qua ante tensa fuerat.

CAPUT XXIII.

DE CENTRO ÆQUILIBRII EORUM QUÆ PREMUNT SECUNDUM RECTAS PARALLELAS.

1. Definitiones et hypotheses.—2. Duo plana æquilibrii non sunt parallela.—3. Centrum æquilibrii est in quolibet æquilibrii plano.—4. Ponderantium æqualium momenta sunt in ratione distantiarum a centro libræ.—5, 6. Ponderantium inæqualium momenta sunt in ratione composita ex ratione ponderum et distantiarum a centro libræ reciproca.—7. Si duo ponderantia habent momenta et distantias a centro libræ in ratione reciproca, fit æquilibrium; et conversim.—8. Si ponderantis partes æqualiter ubique radium libræ premunt, habebunt partes singulæ abscissæ, sumptæ a centro libræ, momenta in eadem inter se ratione, in qua sunt partes trianguli abscissæ a vertice per rectas basi parallelas.—9. Diameter æquilibrii figurarum deficientium secundum rationes altitudinum et basium commensurabiles, dividit axem ita ut pars ad verticem sit ad reliquam, ut figura completa ad deficientem. 10. Diameter æquilibrii complementi semissis cujuslibet dictarum figurarum deficientium, dividit eam, quæ per verticem ducitur basi parallela, ita ut pars ad verticem sit ad reliquam ut figura completa ad complementum.—11. Centrum æquilibrii semissis cujuslibet figurarum primi ordinis in tabella art. 3, cap. XVII. invenitur per numeros ordinis secundi.—12. Centrum æquilibrii semissis cujuslibet figuræ secundi ordinis ejusdem tabellæ, invenitur per numeros ordinis quarti.—13. Cognito centro æquilibrii semissis cujuslibet figuræ tabellæ ejusdem, cognoscitur et centrum excessus, quo ea superat triangulum ejusdem basis et altitudinis.—14. Centrum æquilibrii sectoris solidi est in axe, ita diviso, ut pars a vertice sit ad totum axem, dempto dimidio axis portionis sphæræ, ut 3 ad 4.

DEFINITIONES.

PARS III. 23. Definitiones.

1. LIBRA est linea recta, cujus medium punctum tenetur immobile, cætera omnia puncta libera sunt. Utraque autem pars libræ, sumpta a centro ad appensum pondus, vocatur *radius*.

II. *Æquilibrium* dicitur, quando conatus corporis prementis alterum radium, conatui prementis radium alterum ita resistit, ut neuter moveatur. Corpora autem, quæ stant in æquilibrio, æquilibrata appello. PARS III. 23. Definitiones.

III. *Pondus* est aggregatum omnium conatuum, quibus singula puncta corporis, quod radium premit, in rectis sibi invicem parallelis conantur; ipsum autem corpus premens ponderans nominatur.

IV. *Momentum* est ponderantis, pro certo situ, certa ad movendum radium potentia.

V. *Planum æquilibrii* est quo ponderans dividitur, ita ut momenta utrinque sint æqualia.

VI. *Diameter æquilibrii* est duorum æquilibrii planorum sectio communis.

VII. *Centrum æquilibrii* est duarum æquilibrii diametrorum commune punctum.

HYPOTHESES.

I. Si pondus ad alterutrum æquilibratorum accesserit, ad alterum vero non accesserit, tollitur æquilibrium. Hypotheses.

II. Æqualium magnitudine et ejusdem speciei ponderantium æqualia sunt momenta, quando radium premunt hinc et inde a distantiis a centro libræ æqualibus. Item quæ conantur in distantiis a centro libræ æqualibus, si æqualia sint magnitudine et ejusdem speciei, momenta habent æqualia.

2. Duo plana æquilibrii non sunt parallela. Duo plana æquilibrii non sunt parallela.

Sit enim (in figura 1) ponderans quodcunque A B C D, et sit in eo planum æquilibrii E F; pa-

PARS III. 23.

rallelum autem plano per EF ducatur aliud planum quodcunque, puta per GH. Dico GH non esse planum æquilibrii. Quoniam partes AEFD, EBCF ponderantis ABCD æquilibratæ sunt, et ad partem AEFD accessit pondus EGHF, parti autem EBCF nihil accessit, sed sublatum est pondus EGHF, non erunt (per hypothesin 1) partes AGHD, GBCH æquilibratæ. Non est ergo GH planum æquilibrii. Itaque duo plana æquilibrii non sunt parallela. Quod erat probandum.

Centrum æquilibrii est in quolibet æquilibrii plano.

3. In quolibet plano æquilibrii est æquilibrii centrum: nam si aliud sumatur planum æquilibrii, non erit illud priori (per artic. 2) parallelum, itaque utrumque se secabit mutuo; illa sectio est (per definitionem 6) diameter æquilibrii; rursus, si sumatur alia quævis diameter æquilibrii, illa priorem secabit, et est in illa sectione, per defin. 7, centrum æquilibrii; est ergo centrum æquilibrii in diametro, quæ jacet in plano æquilibrii proposito.

Ponderantium æqualium momenta sunt in ratione distantiarum a centro libræ.

4. Ponderantis ad unum radii punctum applicati momentum, ad momentum ejusdem vel æqualis ponderantis applicati ad aliud quodvis punctum radii ejusdem, est ut distantia illius puncti a centro libræ, ad distantiam hujus puncti a centro eodem; sive ut arcus circulorum super centro libræ per puncta illa radii eodem tempore descriptorum; sive denique ut bases parallelæ duorum triangulorum, quorum angulus ad centrum libræ est communis.

Sit enim (in fig. 2) centrum libræ A, radius AB, quem premant ponderantia D et E æqualia in punctis B et C; rectæ autem BD, CE sint diametri

æquilibrii, et centra æquilibrii ipsorum D et E sint puncta D et E: ducatur utcunque A G F, secans D B productam in F, et E C in G; denique communi centro A describantur duo arcus B H, C I, secantes A G F in H et I. Dico momentum ponderantis D esse ad momentum ponderantis E, ut A B ad A C, vel B H ad C I, vel B F ad C G. Est enim effectus ponderantis D, in puncto B, motus circularis per arcum B H, et ponderantis E, motus circularis per arcum C I; qui motus, propter æqualitatem ponderantium D et E, sunt ut impetus sive velocitates punctorum B et C, per ipsos arcus B H, C I; hoc est, sicut arcus ipsi B H, C I; sive ut rectæ parallelæ B F, C G; sive radii partes A B, A C. Nam A B. A C : : B F. C G : : B H. C I sunt proportionales; sunt igitur effectus æqualium ponderantium, hoc est, (per definit. 4) momenta ipsorum applicatorum ad diversa radii puncta, ut A B ad A C; sive ut distantiæ illorum punctorum a centro libræ, sive ut bases parallelæ triangulorum habentium angulum ad A communem; sive ut arcus concentrici B H, C I; id quod erat demonstrandum.

PARS III. 23.

Ponderantium inæqualium momenta sunt in ratione composita ex ratione ponderum et distantiarum a centro libræ.

5. Ponderantia inæqualia, diversis radii punctis applicata, momenta habent in ratione composita ex rationibus distantiarum a centro libræ, et ponderis ad pondus.

Sit enim (in fig. 3) libræ centrum A, radius A B cui applicata sint duo ponderantia C, D, in punctis B et E. Dico rationem momenti ponderantis C, ad momentum ponderantis D, compositam esse ex rationibus A B ad A E, et ponderis C ad pondus D, vel, si C et D sint homogenea, magnitudinis C ad magnitudinem D.

Ponatur utrum libet, C, majus altero D; si ergo

PARS III. 23.

adjecto F, fiat utrumque F et D simul, ut unum corpus, æquale ipsi C, erit, per præcedentem, momentum C ad momentum F+D, ut BG ad EH. Fiat jam ut F+D ad D, ita EH ad aliam, EI; et erit momentum F+D, hoc est, ipsius C, ad momentum D, ut BG ad EI. Sed ratio BG ad EI, componitur ex rationibus BG ad EH, hoc est, AB ad AE, et EH ad EI, hoc est, ponderis C ad pondus D; quare ponderantia magnitudine inæqualia, habent momenta, &c. Quod erat probandum.

6. Iisdem stantibus, si ducatur IK radio AB parallela, secans AG in K, et KL rectæ BG parallela, secans AB in L, erunt distantiæ a centro AB, AL momentis ipsorum C et D proportionales. Nam momentum C est BG, et momentum D est EI, cui æqualis est KL; sed ut AB distantia a centro ad AL distantiam a centro, ita est BG momentum ponderantis C, ad LK sive EI momentum ponderantis D.

Si duo ponderantia habent pondera et distantias a centro libræ in ratione reciproca, fit æquilibrium; et conversim.

7. Si duorum ponderantium pondera et distantiæ a centro sint in ratione reciproca, sitque centrum libræ inter puncta quibus ipsa ponderantia applicantur, fiet æquilibrium; et contra, si æquilibrium fiat, erunt ponderum et distantiarum a centro libræ ratio reciproca.

Sit (in eadem fig. 3) centrum libræ A, radius AB et applicatum in B ponderans quodlibet C, cujus momentum sit BG; sit autem et aliud ponderans quodlibet D, cujus momentum sit EI: ducatur per I recta IK parallela radio AB secans AG in K, et KL parallela BG; erit itaque KL momentum ponderantis D; eritque per præcedentem, ut BG momentum ponderantis C in

PARS III. 23.

puncto B, ad LK momentum ponderantis D in puncto E, ita AB ad AL. Sumatur ex altera parte centri libræ, recta AN rectæ AL æqualis, et puncto N sit applicatum ponderans O, quod sit ad ponderans C ut AB ad AN. Dico ponderantia in B et N facere æquilibrium. Nam ratio momenti ponderantis O in puncto N ad momentum ponderantis C in puncto B, (per art. 5) componitur ex rationibus ponderis O ad pondus C, et distantiæ a centro libræ AN sive AL, ad distantiam a centro libræ AB. Sed quoniam supponimus esse ut pondus O ad pondus C, ita reciproce distantiam AB ad distantiam AN, erit ratio momenti ponderantis O in puncto N ad momentum ponderantis C in puncto B composita ex rationibus AB ad AN et AN ad AB. Positis itaque ordine AB, AN, AB, momentum O erit ad momentum C, ut primum ad ultimum, hoc est, ut AB ad AB; sunt ergo eorum momenta æqualia, et propterea planum per A erit (per defin. 5) planum æquilibrii; fiet ergo æquilibrium: id quod erat probandum. Conversa autem manifesta est. Nam si sit æquilibrium, nec sit ratio ponderum et distantiarum reciproca, eadem pondera, etsi alterum eorum pondere augeatur mutetve distantiam, eadem tamen servabunt momenta.

Coroll. Quando ponderantia sunt homogenea, ponderantium, quæ habent momenta æqualia, magnitudines et distantiæ a centro libræ sunt reciproce proportionales. Nam in homogeneis est ut pondus ad pondus, ita magnitudo ad magnitudinem.

Si ponderantis partes æqualiter ubique radium libræ premunt, habebunt partes

8. Si radio secundum longitudinem suam applicetur parallelogrammum vel parallelipipedum vel prisma vel cylindrus vel superficies cylindri, sphæræ, vel portionis sphæræ, vel prismatis, partes

PARS III. 23.

singulæ abscissæ, sumptæ a centro libræ, momenta in eadem inter se ratione, in qua sunt partes trianguli abscissæ a vertice per rectas basi parallelas.

ejus abscissæ planis basi parallelis habebunt momenta in ea ratione, in qua sunt partes trianguli (cujus vertex est centrum libræ, et unum latus ipse radius) abscissæ planis basi parallelis.

Sit (in fig. 4) parallelogrammum primo rectangulum ABCD, applicatum radio AB secundum totam longitudinem ipsius A B; et producta C B utcunque in E, fiat triangulum A B E. Abscindatur jam parallelogrammi pars quælibet A F plano per F G parallelam basi C B, producaturque F G ad A E in puncto H. Dico momentum totius A B C D esse ad momentum partis A F, ut triangulum A B E ad triangulum A G H, hoc est, in duplicata ratione distantiarum a centro libræ.

Diviso parallelogrammo ABCD in partes æquales numero infinitas per rectas basi parallelas, positoque quod momentum rectæ C B sit B E, momentum rectæ F G (per art. 7) erit G H; et momenta singularum rectarum parallelogrammi erunt totidem rectæ ductæ in triangulo A B E, parallelæ basi BE; quæ parallelæ simul omnes sunt momentum totius parallelogrammi A B C D; eædemque simul omnes constituunt superficiem trianguli A B E. Momentum ergo parallelogrammi ABCD est triangulum A B E; et ob eandem rationem momentum parallelogrammi AF est triangulum AGH. Est ergo momentum parallelogrammi totius ad momentum parallelogrammi partis, ut triangulum ABE ad triangulum AGH, sive in duplicata ratione radiorum quibus applicantur. Quod autem de parallelogrammo ostensum est, idem intelligi debet de cylindro, prismate et eorum superficiebus: item de superficiebus sphæræ, vel hemisphærii, vel portionis sphæræ (sunt enim partes superficiei sphæræ in eadem ra-

tione, in qua sunt partes axis abscissæ iisdem parallelis, quibus abscinduntur ipsæ partes superficiei, ut demonstratum est ab Archimede); ideoque æqualium partium et æqualiter a centro libræ distantium, ubique in his omnibus figuris æqualia sunt momenta, eodem modo quo in parallelogrammis.

Secundo, sit parallelogrammum A K I B non rectangulum; premetur punctum B a recta I B perpendiculariter, id est, secundum rectam B E; et G a recta L G secundum rectam G H, et sic de cæteris rectis quæ sunt rectæ I B parallelæ. Itaque quodcunque momentum tribuamus rectæ I B, exempli causa, ponamus B E; si ducatur A E, momentum totius parallelogrammi A I, erit triangulum A B E; et momentum partis A L, erit triangulum A G H. Itaque momentum ponderantis, habentis latera in radio æqualiter applicata, sive perpendiculariter sive oblique applicentur, semper erit ad momentum partis in eadem ratione, quæ est totius trianguli ad partem trianguli plano basi parallelo abscissam.

Diameter æquilibrii figurarum deficientium secundum rationes altitudinum et basium commensurabiles, dividit axem ita ut pars ad verticem sit ad reliquam ut figura completa ad deficientem.

9. Centrum æquilibrii cujuslibet figuræ deficientis secundum rationes diminutæ altitudinis et diminutæ basis commensurabiles, cujus completa est parallelogrammum vel cylindrus vel parallelipipedum, axem figuræ ita dividit, ut pars ad verticem sit ad partem reliquam, ut figura completa ad ipsam deficientem.

Sit enim (in fig. 5) figura deficiens C I A P E, cujus axis est A B, figura completa C D F E; dividatur autem axis A B in Z, ita ut A Z sit ad Z B, ut C D F E, ad C I A P E. Dico centrum æquilibrii figuræ C I A P E, esse in puncto Z. Primo, centrum æquilibrii figuræ C I A P E est alicubi in axe A B, id quod manifestum est per se, et proinde A B est

PARS III. 23. Diameter æquilibrii figurarum, &c.

æqualibrii diameter. Ducatur A E, ponaturque B E pro momento rectæ C E; erit igitur (per artic. 8) triangulum A B E momentum figuræ completæ C D F E. Dividatur axis A B bifariam in L, ducaturque G L H parallela et æqualis rectæ C E, secans curvam C I A P E in I et P, et rectas A C, A E in K et M. Præterea ducatur Z O eidem C E parallela, et fiat ut L G ad L I, ita L M ad aliam, L N. Similiterque fiat in omnibus rectis, quæ basi C E parallelæ duci possunt; et per puncta omnia N ducatur linea A N E, eritque trilineum A N E B momentum figuræ C I A P E. Est autem triangulum A B E ad trilineum A N E B (per cap. XVII. art. 9) ut ABCD + AICB, ad AICB bis sumptum, hoc est, ut C D F E + C I A P E ad C I A P E bis sumptum. Est autem ut C I A P E ad C D F E, hoc est, ut pondus deficientis ad pondus completæ, ita CIAPE bis ad C D F E bis. Itaque positis ordine C D F E + C I A P E. C I A P E bis, C D F E bis, ratio C D F E + C I A P E ad C D F E bis componitur ex ratione CDFE + CIAPE ad CIAPE bis, id est, ex ratione trianguli A B E ad trilineum A N E B, hoc est, ex momento completæ ad momentum deficientis, et ex ratione C I A P E bis ad C D F E bis, hoc est, ex ratione reciproce sumpta ponderis figuræ deficientis ad pondus figuræ completæ.

Rursus, quoniam ponuntur A Z. Z B : : C D F E. C I A P E proportionalia, erunt componendo A B. A Z : : C D F E + C I A P E. C D F E proportionalia.

Et quoniam A L est semissis A B, erunt A L. A Z :: C D F E+C I A P E . 2 C D F E proportionalia. Sed ratio C D F E + C I A P E ad 2 C D F E componitur, ut jam ostensum est, ex ratione momenti ad momentum, &c. Est ergo ratio A L

ad A Z, composita ex ratione momenti figuræ completæ C D F E ad momentum figuræ deficientis C I A P E et ex ratione ponderis figuræ deficientis C I A P E ad pondus figuræ completæ C D F E. Sed ratio A L ad A Z componitur ex rationibus A L ad B Z et B Z ad A Z. Jam ratio B Z ad A Z est ratio ponderum reciproca, id est, ponderis C I A P E ad pondus C D F E. Itaque ratio reliqua A L ad B Z, id est, L B ad B Z est ratio momenti ponderis C D F E ad momentum ponderis C I A P E. Sed ratio A L ad B Z componitur ex rationibus A L ad A Z et A Z ad B Z; quarum rationum ea, quæ est A Z ad B Z, est ratio ponderis C D F E ad pondus C I A P E. Quare (per articulum 5) reliqua ratio A L ad A Z est ratio distantiarum Z et L a centro libræ, quod est A. Quare (per art. 6) pondus C I A P E æquilibratum erit super rectam O Z. Est ergo O Z altera diameter æquilibrii ponderis C I A P E. Sed altera ejusdem ponderis diameter æquilibrii est recta A B. Quare (per def. 7) punctum Z est centrum gravitatis ponderis C I A P E. Quod punctum, per constructionem, dividit axem ita ut pars A Z, quæ est ad verticem, sit ad partem reliquam B Z, ut figura completa C D F E ad figuram deficientem C I A P E. Quod erat demonstrandum.

PARS III. 23.

Diameter æquilibrii figurarum, &c.

Coroll. I. Cujuslibet trilinei plani eorum, quæ comparantur cum completis suis, in tabella articuli 3, capitis XVII, centrum æquilibrii per ipsam eandem tabulam habetur, sumendo fractionis denominatorem pro parte axis ad verticem, numeratorem vero pro parte ad basim. Exempli causa, quærens centrum æquilibrii trilinei ex mediis quatuor secundi; invenio in concursu

PARS III. 23.

columnæ secundæ cum ordine trilineorum ex mediis quatuor, fractionem $\frac{5}{7}$, quæ significat figuram illam esse ad parallelogrammum suum seu figuram completam, ut $\frac{5}{7}$ ad unitatem, hoc est, ut $\frac{5}{7}$ ad $\frac{7}{7}$ sive ut 5 ad 7: quare centrum æquilibrii ejus axem ita dividet, ut pars ad verticem ad reliquam sit ut 7 ad 5.

Coroll. II. Cujuslibet conoeidis solidi eorum, quæ continentur in tabella articuli 8 ejusdem capitis XVII, similiter in eadem tabella centrum æquilibrii exhibetur. Exempli gratia, si quæro centrum æquilibrii coni, invenio conum esse $\frac{1}{3}$ cylindri, ideoque centrum æquilibrii ejus ita dividere axem, ut pars ad verticem sit 3, pars ad basim 1. Item conoeidem trilinei ex medio unico, id est, conoeidem parabolicam, quia est cylindri $\frac{2}{4}$, id est, $\frac{1}{2}$, habebit centrum æquilibrii in eo puncto, quod axem ita dividit, ut pars ad verticem dupla sit partis ad basim.

Diameter æquilibrii complementi semissis cujuslibet dictarum figurarum deficientium, dividit eam quæ per verticem ducitur basi parallela, et æqualis.

10. Diameter æquilibrii complementi semissis figuræ cujuslibet earum, quæ habentur in tabella articuli 3, capitis XVII, dividit eam, quæ per verticem figuræ ducitur basi parallela et æqualis, ita ut pars ad verticem sit ad reliquam, ut figura completa ad complementum.

Sit enim (in fig. eadem 5) A I C B semissis sive parabolæ sive alterius trilinei cujuscunque, tabellæ articuli 3, capitis XVII, habentis axem A B, basim B C, cui per verticem æqualis et parallela sit A D; et figura completa parallelogrammum A B C D. Ducatur I Q utcunque, sed lateri C D parallela; complementique A I C D altitudo intelligatur esse A D, et ordinatim applicata Q I. Itaque altitudo A L, in figura deficiente A I C B, æqualis est Q I

PARS III. 23.

Diameter æquilibrii complementi semissis, &c.

ordinatim applicatæ in complemento ejus; et contra L I, ordinatim applicata in figura A I C B, æqualis est altitudini A Q in complemento ejus; et sic, per omnes cæteras ordinatim applicatas et altitudines, sit mutatio talis, ut quæ in figura est ordinatim applicata, eadem in complemento sit altitudo. Itaque ratio altitudinum decrescentium ad rationem ordinatarum decrescentium, quæ multiplex est secundum quemvis numerum in figura deficiente, est in complemento secundum eundem numerum submultiplex. Exempli causa, si A I C B sit parabola, quia ratio A B ad A L est dupla rationis B C ad L I, erit in complemento A I C D ratio A D ad A Q, quæ eadem est cum ratione B C ad L I, subdupla rationis C D ad Q I, quæ eadem est cum ratione A B ad A L, et proinde complementum est ad parallelogrammum in parabola, ut 1 ad 3; in trilineo ex mediis duabus, ut 1 ad 4; in trilineo ex mediis tribus 1 ad 5, &c. Sunt autem omnes simul applicatæ in A I C D momentum ejus, et omnes applicatæ in A I C B momentum ipsius A I C B: quare momenta complementorum semissium figurarum deficientium in tabella artic. 3, cap. XVII, comparatarum, sunt ut ipsæ figuræ deficientes; et propterea recta A D dividitur a diametro æquilibrii in ea ratione, ut pars ad verticem sit ad reliquam, ut figura completa A B C D ad complementum A I C D.

Coroll. Diameter æquilibrii harum semissium reperitur in tabella art. 3, cap. XVII, hoc modo: sit proposita figura deficiens trilineum ex duabus mediis secundum, ea figura est ad completam ut $\frac{3}{5}$ ad 1, hoc est, ut 3 ad 5. Quare complementum ejus est ad eandem completam ut 2 ad 5. Itaque

PARS III. 23.

illius complementi diameter æquilibrii secabit rectam per verticem basi parallelam ita ut pars ad verticem sit ad reliquam, ut 5 ad 2. Simili modo, si sumatur quælibet alia dictarum figurarum, si a denominatore fractionis ejus in tabella inventæ auferatur numerator, dividetur recta per verticem ita ut pars ad verticem sit ad reliquam, ut denominator ad residuum quod ea subtractione relinquitur.

Centrum æquilibrii semissis cujuslibet figurarum primi ordinis in tabella art. 3, cap. xvii. invenitur per numeros ordinis secundi.

11. Centrum æquilibrii semissis figuræ curvilineæ cujuslibet earum, quæ sunt in primo ordine tabellæ articuli 3, capitis XVII, est in recta axi parallela, quæ basin dividit secundum numeros fractionis in secundo ordine proxime inferiore, ita ut numerator respondeat parti quæ est ad axem.

Sumatur (in fig. 6), exempli causa, ex mediis tribus primum, cujus semissis sit ABCD, et compleatur rectangulum ABED; quare complementum erit BCDE; et quoniam, per tabellam, ABED est ad figuram ABCD ut 5 ad 4, erit eadem ABED ad complementum BCDE ut 5 ad 1. Quare si ducatur FG basi DA parallela, secans axem ita ut AG sit ad GB ut 4 ad 5, erit centrum æquilibrii figuræ ABCD, per præcedentem, in ipsa FG alicubi. Rursus, per præcedentem, quoniam figura completa ABED est ad complementum BCDE ut 5 ad 1, divisis BE, AD in H et I in ratione 5 ad 1, erit centrum æquilibrii complementi BCDE alicubi in ducta HI. Ducatur jam per centrum figuræ completæ M recta LK basi parallela, et altera ipsi per idem centrum M perpendicularis NO; rectæ autem LK, FG secent rectam HI in P et Q. Sumatur PR quadrupla rectæ PQ; ductaque RM pro-

Centrum æquilibrii semissis, &c.

ducatur donec occurrat rectæ F G in S. Est ergo R M ad M S ut 4 ad 1, id est, ut figura A B C D ad complementum suum B C D E. Totius autem A B E D centrum est M. Jam quia distantiæ R et S a centro M sunt in reciproca ratione ponderis complementi B C D E ad pondus figuræ A B C D, erunt R et S ipsa centra æquilibrii figurarum suarum, vel erunt centra illa in aliis punctis diametrorum æquilibrii H I, F G. Sed posterius est impossibile. Nam per punctum M alia recta terminata in rectis H I, F G duci non potest in ratione M R ad M S, hoc est, in ratione figuræ A B C D ad suum complementum B C D E. Centrum ergo æquilibrii figuræ A B C D est in puncto S. Quoniam autem est, ut R P ad R Q ita P M ad Q S, erit Q S partium 5, quarum P M est 4, id est, quarum I N est 4. Quarum autem partium E B sive F G est 6, earum I N sive P M est 2. Si igitur fiat ut 4 ad 5, ita 2 ad quartam, erit illa quarta $2\frac{1}{2}$. Itaque quarum partium F G est 6, earum Q S est $2\frac{1}{2}$. Sed F Q est una, ergo F S est $3\frac{1}{2}$. Reliqua igitur G S est partium $2\frac{1}{2}$. Dividitur ergo F G in S, ita ut pars ad axem sit ad partem reliquam, ut $2\frac{1}{2}$ ad $3\frac{1}{2}$, id est, ut 5 ad 7, id quod respondet numero $\frac{5}{7}$ in ordine secundo proxime inferiore quam est primi ordinis numerus $\frac{4}{5}$; ductaque S T axi parallela, similiter dividitur basis.

Eadem methodo invenitur basin semi-parabolæ dividi in 3 et 5. Et trilinei ex binis mediis primi in 4 et 6, et trilinei ex quatuor mediis primi in 6 et 8. Itaque fractiones ordinis secundi notant rationes, in quas bases figurarum ordinis primi a diametris æquilibrii dividuntur, sed ordo primus incipit uno loco altius quam secundus.

PARS III. 23.

Centrum æquilibrii semissis cujuslibet figuræ secundi ordinis ejusdem tabellæ, invenitur per numeros ordinis quarti.

12. Centrum æquilibrii semissis cujuslibet figuræ earum, quæ sunt in secundo ordine ejusdem tabellæ artic. 3, cap. XVII. est recta axi parallela: quæ basin dividit secundum numeros fractionis quæ est in quarto ordine, inferior duobus locis, ita ut numerator respondeat parti ad axem.

Sumatur (in fig. 7) semissis trilinei ex duobus mediis secundi; sit ea A B C D; complementum ejus B C D E; rectangulum completum A B E D, quod dividatur per centrum M a duabus rectis ad se invicem orthogonaliter ductis L K, N O; et quoniam A B E D est ad A B C D, ut 5 ad 3, dividatur A B in G, ut A G sit ad B G ut 3 ad 5, et ducatur parallela basi F G. Item quoniam A B E D est ad B C D E ut 5 ad 2, dividatur B E in puncto I, ita ut B I sit ad I E ut 5 ad 2; ducaturque I H parallela axi, secans L K, F G in P et Q. Sumatur jam P R, quæ sit ad P Q ut 3 ad 2, ductaque R M producatur ad F G in S. Quoniam ergo, ut R P ad P Q, hoc est, R M ad M S ita est A B C D ad complementum ejus B C D E, et centra æquilibrii A B C D, B C D E sunt in rectis F G et H I, et centrum æquilibrii utriusque simul in M; erit R centrum complementi B C D E, et S centrum æquilibrii figuræ A B C D. Et quoniam est ut R P ad R Q ita P M, id est, I N ad Q S; qualium autem partium B E, id est, F G, est 14, talium I N vel P M est 3, earundum partium Q S est 5, et E I, id est, F Q 4, et F S 9, et G S 5; dividit ergo recta S T, parallela axi, basin A D in 5 et 9. Fractio autem $\frac{5}{9}$ invenitur in tabellæ ordine quarto, duobus locis inferior quam est fractio $\frac{3}{5}$ in ordine secundo.

Juxta eandem methodum si sumatur, in eodem

ordine secundo, trilineum ex mediis tribus secundum, centrum æquilibrii semissis ejus erit in recta axi parallela, quæ dividit basin juxta numeros fractionis $\frac{6}{10}$ in quarto ordine duobus locis inferioris; et sic de cæteris trilineis ordine secundi. Simili methodo, trilinei ex tribus mediis tertii, invenietur centrum æquilibrii esse in recta axi parallela, quæ secat basin ita ut pars ad axem sit ad reliquam ut 7 ad 13, &c.

Corollarium. Centra æquilibrii semissium dictarum figurarum cognita sunt, cum sint in intersectione rectarum S T et F G cognitarum.

Cognito centro æquilibrii semissis cujuslibet figuræ tabellæ ejusdem, cognoscitur et centrum excessus, quo ea superat triangulum ejusdem basis et altitudinis.

13. Cognito centro æquilibrii semissis figuræ cujuslibet earum, quæ in tabella art. 3, cap. XVII. comparantur cum parallelogrammo suo, cognoscitur quoque centrum æquilibrii excessus ejusdem supra triangulum suum.

Sumatur, exempli causa, (in fig. 8) semiparabola A B C D, cujus axis A B, completa A B E D, excessus supra triangulum suum B C D B. Ejus centrum sic invenietur. Ducatur F G parallela basi, ita ut A F sit tertia pars axis; et H I parallela axi, ita ut A H sit tertia pars basis. Erit ergo I centrum æquilibrii trianguli A B D. Rursus ducatur K L parallela basi, ita ut A K sit ad A B ut 2 ad 5, et M N parallela axi, ita ut A M sit ad A D ut 3 ad 8. Terminetur autem M N in recta K L. Erit ergo N centrum æquilibrii parabolæ A B C D. Habemus ergo centra æquilibrii semiparabolæ A B C D, et partis ejus, nempe trianguli A B D. Ut inveniamus centrum æquilibrii partis reliquæ B C D B, ducatur I N et producatur ad O; in producta autem sumatur N O tripla ipsius I N, eritque O centrum quæsitum.

PARS III. 23.

Quoniam enim est ut pondus A B D ad pondus B C D B, ita reciproce recta N O ad rectam I N, et est N centrum totius, et I centrum trianguli A B D, erit O centrum reliquæ partis, nempe, figuræ B D C B, quod erat inveniendum.

Coroll. Centrum æquilibrii figuræ B D C B est in concursu duarum rectarum, quarum altera est basi parallela, dividens axem ita ut pars ad basin sit totius axis $\frac{3}{5}$ sive $\frac{9}{15}$, altera est axi parallela, ita dividens basin ut pars ad axem sit totius semissis sive $\frac{12}{24}$. Nam ducta O P parallela basi, erit ut I N ad N O ita F K ad K P, id est, ita 1 ad 3 sive 5 ad 15. Sed A F est totius A B $\frac{5}{15}$, sive $\frac{1}{3}$, et A K $\frac{6}{15}$ sive $\frac{2}{5}$, et F K $\frac{1}{15}$, et K P $\frac{3}{15}$, et proinde A P $\frac{9}{15}$. Deinde A H est totius basis $\frac{1}{3}$ sive $\frac{8}{24}$, A M $\frac{3}{8}$ sive $\frac{9}{24}$; ducta ergo O Q axi parallela, erit M Q, quæ tripla est H M, $\frac{3}{24}$. Quare A Q est $\frac{12}{24}$ sive semissis basis A D.

Excessus cæterorum trilineorum ordinis primi, tabellæ art. 3, cap. XVII. habent centra æquilibrii in duabus rectis, quæ dividunt axem et basin secundum fractiones, quæ fractionum in parabola $\frac{9}{15}$ et $\frac{12}{24}$ numeratoribus addunt 4, denominatoribus autem 6, hoc modo :

In parabola,	Axis $\frac{9}{15}$ basis $\frac{12}{24}$.
In trilineo primo,	Axis $\frac{13}{21}$ basis $\frac{16}{30}$.
In trilineo secundo,	Axis $\frac{17}{27}$ basis $\frac{20}{36}$, &c.

Eadem methodo cæterarum figurarum ordinis secundi, tertii, &c. centra æquilibrii excessuum supra triangula sua quilibet, si tanti sit, invenire potest.

Centrum æquilibrii sectoris solidi est in axe, ita diviso, ut pars a

14. Centrum æquilibrii sectoris sphæræ, id est, figuræ compositæ ex cono recto cujus vertex est sphæræ centrum, et ex portione sphæræ com-

munem habente cum cono basin, ita dividit rectam, quæ fit ex axe coni et semisse axis portionis simul sumptis, ut pars ad verticem reliquæ sit tripla, sive ad totam illam rectam, ut 3 ad 4.

PARS III. 23. vertice sit ad totum axem, dempto dimidio axis portionis sphæræ, ut 3 ad 4.

Sit enim (in fig. 9) sector sphæræ A B C, cujus vertex, centrum sphæræ, sit A, axis A D; coni et portionis basis, communis circulus super diametrum B C; axis portionis E D; semissis ejus F D; axis coni A E. Sit denique A G tres quartæ rectæ A F. Dico G esse sectoris A B C centrum æquilibrii.

Ducatur recta F H quantævis longitudinis, faciens cum A F angulum rectum in F, ductaque recta A H, fiat A F H triangulum. Ducatur deinde eodem centro A arcus quicunque I K, secans A D in L, et chorda ejus secans A D in M; divisaque M L bifariam in N, ducatur N O parallela rectæ F H et occurrens rectæ A H in O. Quoniam jam B D C est superficies sphærica portionis sphæræ abscissæ plano recto ad axem ducto per B C, dividitque F H axem portionis E D bifariam in F; erit centrum æquilibrii superficiei B D C (per art. 8) in F; et propter eandem rationem centrum æquilibrii superficiei I L K erit in N; et eodem modo si inter A, centrum sphæræ, et B D C, extimam sectoris superficiem, ducerentur arcus numero infiniti, superficierum sphæricarum, in quibus illi arcus insunt, centra æquilibrii invenirentur in axis parte intercepta inter ipsam superficiem et planam per chordam arcus axi perpendicularem, ad punctum medium.

Ponatur jam quod momentum sphæricæ superficiei extimæ B D C sit F H. Quoniam ergo superficies B D C est ad superficiem I L K in duplicata

PARS III. 23.

Centrum æquilibrii sectoris, &c.

ratione arcus B D C ad arcum I L K, id est, in duplicata ratione B E ad I M, hoc est, in duplicata ratione F H ad N O, fiat ut F H ad NO ita NO ad aliam, N P; et rursus, ut N O ad N P, ita N P ad aliam, N Q: similiterque fiat in omnibus parallelis basi F H, inter ipsam basin et A verticem trianguli A F H, possibilibus. Et per omnia puncta Q ducatur curva A Q H; erit ergo figura A F H Q A complementum trilinei ex mediis duabus primi, eademque momentum omnium superficierum sphæricarum, ex quibus sector solidus A B C D componitur; et proinde momentum ipsius sectoris. Intelligatur jam F H esse semidiametrum basis coni recti, cujus latus est A H, axis A F. Quoniam ergo bases conorum per F et N et cætera axis puncta in ratione duplicata sunt reotarum F H, N O, &c. momentum basium omnium simul, id est, totius coni, erit eadem figura A F H Q A. Itaque centrum æquilibrii coni idem est quod sectoris solidi. Quoniam ergo AG est tres quartæ axis AF, centrum æquilibrii coni A F H est in G; quare centrum etiam sectoris solidi est in G, et dividit axis partem A F, ita ut A G sit tripla GF, id est, ut ita sit A G ad A F, ut 3 ad 4. Quod erat probandum.

Notandum, quod quando sector est hemisphærium, axis coni evanescit in ipsum punctum, quod est sphæræ centrum; et proinde semissi axis portionis nihil addit. Quare sumptis a centro, in axe hæmisphærii, tribus quartis semissis axis, id est, $\frac{3}{8}$ semidiametri sphæræ, ibi erit centrum æquilibrii hemisphærii.

CAPUT XXIV.

DE REFRACTIONE ET REFLEXIONE.

1. Definitiones.—2. In motu perpendiculari nulla fit refractio. 3. Projecta e medio raro in densum ita refringuntur, ut angulus refractus angulo inclinationis sit major.—4. Conatus ab uno puncto quaqua versum refringitur ita ut sinus anguli refracti sit ad sinum anguli inclinationis ut densitas medii primi ad densitatem medii secundi reciproce sumptam.—5. Sinus anguli refracti in una inclinatione est ad sinum anguli refracti in alia inclinatione ut sinus anguli inclinationis illius ad sinum anguli inclinationis hujus.—6. Si duæ incidentes æqualiter inclinatæ sint, altera in medio raro, altera in denso, erit sinus anguli inclinationis media proportionalis inter duos sinus angulorum refractorum.—7. Si angulus inclinationis sit semirectus, et recta inclinata in medio densiore, et sit ratio densitatum ut diagonium quadrati ad latus, et superficies separatrix plana, linea refracta erit in ipsa superficie separatrice.—8. Si corpus in aliud corpus feratur per lineam rectam, nec ipsum penetret sed reflectatur, erit angulus reflexionis angulo incidentiæ æqualis. 9. Idem contingit in motus per incidentem generatione.

DEFINITIONES.

PARS III. 24. Definitiones.

I. REFRACTIO est lineæ, secundum quam procederet corpus motum vel actio ejus in uno et eodem medio, in duas lineas rectas propter duorum mediorum naturam diversam fractio.

II. Harum prior *incidens*, posterior *refracta* dicitur.

III. *Punctum refractionis* punctum commune est incidentis et refractæ.

IV. *Superficies refringens*, quæ et mediorum *separatrix*, ea est in qua est punctum refractionis.

V. *Angulus refractus* is est, quem facit refracta in puncto refractionis cum ea, quæ ab eodem

PARS III. 24.

Definitiones.

puncto ducitur superficiei separatrici perpendicularis in medio diverso.

VI. *Angulus refractionis* est, quem facit refracta cum incidente producta.

VII. *Angulus inclinationis* est, quem facit incidens cum ea, quæ a puncto refractionis educitur superficiei separatrici perpendicularis.

VIII. *Angulus incidentiæ* est anguli inclinationis ad rectum complementum.

Itaque (in fig. 1) refractio fit per A B F. Refracta est BF. Incidens AB. Punctum incidentiæ, idemque refractionis est B. Superficies refringens, sive separatrix D B E. Incidens in directum producta A B C. Superficiei separatrici perpendicularis B H. Angulus refractionis C B F. Angulus refractus H B F. Angulus inclinationis A B G vel H B C. Angulus incidentiæ A B D.

IX. Præterea, medium rarius intelligitur esse illud, in quo motui vel motus generationi minor fit resistentia. Densius, in quo major.

X. Medium autem, in quo resistentia ubique æqualis est, medium homogeneum. Cætera media heterogenea sunt.

In motu perpendiculari nulla fit refractio.

2. Si mobile transeat vel motus generatio fiat ab uno medio in aliud densitatis diversæ in linea, quæ sit ad superficiem separatricem perpendicularis, nulla fiet refractio.

Cum enim ex omni parte perpendicularis omnia æqualia et similia supponantur, quæ sunt in ipsis mediis; si ponatur etiam motus ipse perpendicularis, erunt quoque æquales inclinationes vel potius nullæ. Nulla itaque causa esse potest ex qua inferatur refractio ex parte una perpendicularis, quæ non æque refractionem eandem convinceret

ex parte altera. Quo posito, refractio ex una parte refractionem ex altera parte tolleret; unde linea refracta vel ubique esset, quod est absurdum; vel nulla, quod est propositum ostendere. PARS III. 24.

Coroll. Manifestum hinc est causam refractionis in sola esse obliquitate incidentis, sive corpus incidens per medium utrumque penetret, sive non penetrans sed premens tantum motum propaget.

Projecta e medio raro in densum ita refringuntur, ut angulus refractus angulo inclinationis sit major.

3. Si corpus motum, servato partium suarum internarum situ, ut lapis, e medio raro oblique in medium densum penetrans processerit, sitque medium densius tale, ut partes ejus internæ motæ se restituant; angulus refractus angulo inclinationis major erit. Sit enim (in eadem fig. 1) duorum mediorum superficies separatrix D B E. Et per rectam A B C intelligatur moveri corpus aliquod quale supponitur, puta lapidem projectum. Sit autem A B in medio rariore, ut aere; B C in densiore, ut aqua. Dico lapidem per A B projectum non esse processurum per B C, sed per aliam, quæ cum ducta perpendiculari B H facit angulum refractum H B F, angulo inclinationis H B C majorem.

Cum enim veniens lapis ab A et impingens in B faciat id, quod est in B, procedere versus H, et similiter fiat per omnes rectas ipsi B H parallelas; cumque restituant se partes motæ per eandem lineam via contraria; orietur motus contrarius per H B et rectas omnes ipsi H B parallelas. Erit ergo motus lapidis factus ex concursu motuum per A G, id est, per D B, et per G B, hoc est, per B H, et denique per H B; id est, ex concursu motuum trium. Sed per concursum per A G, B H conducitur lapis ad C; addito ergo motu per H B,

PARS III. 24.

feretur altius alicubi, ut per BF facientem angulum HBF angulo HBC majorem.

Hinc ergo petenda videtur esse causa, quare corpora in magna obliquitate projecta, si vel latiuscula sint vel vi projecta valde magna, incidentia in aquam, ab aqua in aerem rursum rejiciuntur.

Nam si (in fig. 2) aquæ superficies sit AB, in quam a puncto C per rectam CA sit projectus lapis, faciens cum BA producta angulum satis minutum CAD; ductaque sit CD perpendicularis ad BA productam ubicunque in D, ipsique CD parallela AE. Movebitur ergo lapis per CA a concursu duorum motuum per DA, CD, quorum erunt velocitates ut ipsæ rectæ DA, CD. A motu autem per CD et omnes ejus parallelas post impactum in A, existet reactio sursum, propterea quod aqua se restituit. Jam si obliquitas jactus satis magna sit, id est, si recta CD satis parva sit, id est, si conatus, quo tendit lapis deorsum, minor sit quam quo aqua reagit, id est, quam quem a propria habet gravitate, (nam fieri id potest) lapis resurget, propter excessum conatus aquæ se restituentis supra conatum lapidis deorsum, ultra superficiem AB, et feretur altius reflexa, per lineam aliam superiorem, qualis est AG.

Conatus ab uno puncto quaqua versum refringitur ita ut sinus anguli refracti sit ad sinum anguli inclinationis ut densitas medii primi ad densitatem medii secundi reciproce sumptam.

4. Si in medio quolibet supponatur ab uno aliquo puncto conatum in omnes simul partes quaqua versum propagari; oppositumque oblique ei conatui sit medium naturæ diversæ, id est, rarius vel densius; ita refringetur conatus ille, ut sinus anguli refracti sit ad sinum anguli inclinationis, ut densitas primi medii ad densitatem secundi reciproce sumptam.

In fig. 3 sit, primo, corpus aliquod in A medii

rarioris; intelligaturque conari quaqua versum, habeatque proinde conatum per A B et A *b*, quibus oblique opponatur medii densioris superficies B *b* in B et *b*, ita ut A B, A *b* sint æquales; extendaturque utrinque recta B *b*. Per puncta autem B, *b* ducantur perpendiculares B C et *b c*; centrisque B, *b* radiis B A, *b* A æqualibus describantur circuli A C, A *c*, secantes B C, *b c* in C et *c*, et easdem productas in D et *d*, et productas A B, A *b* in E et *e*. Deinde a puncto A ad rectas B C, *b c* ducantur perpendiculares A F, A *f*. Est ergo A F sinus anguli inclinationis rectæ A B, et A *f* sinus anguli inclinationis rectæ A *b*, quæ duæ inclinationes factæ sunt per constructionem æquales. Dico, ut densitas medii in quo est B C et *b c* ad densitatem medii in quo est B D et *b d*, ita esse sinum anguli refracti ad sinum anguli inclinationis.

PARS III. 24.

Conatus ab uno puncto quaqua, &c.

Ducatur recta F G parallela rectæ A B, occurrens rectæ *b* B productæ in G. Quoniam ergo parallelæ quoque sunt A F, B G, erunt B G, A F æquales, et proinde quo tempore propagatur conatus per A F, eodem tempore propagaretur conatus per B G, si medium esset ejusdem densitatis. Sed quia medium per B G densius est, id est, resistit conatui magis quam medium in quo est A F, propagabitur conatus in B G minus quam in A F, in ratione densitatis medii ubi A F, ad densitatem medii ubi est B G: sit ergo ut B G ad B H ita densitas medii, in quo est B G, ad densitatem medii, in quo est A F: sitque temporis mensura radius circuli. Ducatur H I parallela B D occurrens circumferentiæ in I; et a puncto I demittatur ad B D perpendicularis I K; eruntque B H, I K æquales, et erit I K ad A F ut densitas medii in quo A F ad densitatem medii in

PARS III. 24.

Conatus ab uno puncto, quaqua, &c.

quo est I K. Cum ergo tempore A B, qui est radius circuli, conatus propagatur in medio rariore per A F, eodem tempore, id est, tempore B I propagabitur in medio densiore a K ad I; erit igitur B I rectæ A B refracta. Est autem I K sinus anguli refracti, et A F sinus anguli inclinationis. Quoniam ergo I K est ad A F, ut densitas medii in quo est A F, ad densitatem medii in quo est I K, erit ut densitas medii in quo est A F vel B C ad densitatem medii in quo est I K vel B D, ita sinus anguli refracti ad sinum anguli inclinationis. Eadem ratione ostendi potest, esse ut densitas medii rarioris ad densitatem medii densioris, ita K I sinum anguli refracti ad A F sinum anguli inclinationis.

Secundo, sit corpus, quod quaqua versum conetur in medio densiore, ad I. Siquidem ergo medium utrumque idem esset, conatus ejus per I B tenderet recta ad L, essetque sinus anguli inclinationis L M, æqualis I K, sive B H. Sed quoniam densitas medii in quo est I K, est ad densitatem medii in quo est L M, ut B H ad B G, id est, ad A F, propagabitur conatus magis in medio ubi est L M, quam in medio ubi est I K, in ratione densitatis ad densitatem, id est, in ratione A F ad M L. Ducta ergo B A, erit angulus refractus C B A, et sinus ejus A F. Est autem L M sinus anguli inclinationis. Est ergo rursus ut densitas medii ad densitatem medii diversi, ita reciproce sinus anguli refracti ad sinum anguli inclinationis. Quod erat demonstrandum.

In hac quidem demonstratione, *superficiem separatricem* B *b* planam construximus: quanquam autem concava aut convexa esset, theorema verum erit. Nam eum refractio fiat in puncto B super-

ficiei planæ separatricis; si ducatur linea curva ut PQ quæ a separatrice in puncto B tangatur, non mutabitur neque linea refracta B I, neque perpendicularis B D; angulusque refractus K B I et sinus ejus K I iidem manebunt qui prius.

Sinus anguli refracti in una inclinatione est ad sinum anguli refracti in alia inclinatione ut sinus anguli inclinationis illius ad sinum anguli inclinationis hujus.

5. Sinus anguli refracti in una inclinatione est ad sinum anguli refracti in alia inclinatione, ut sinus anguli illius inclinationis ad sinum anguli hujus inclinationis.

Quoniam enim sinus anguli refracti est ad sinum anguli inclinationis (quæcunque ea inclinatio sit) ut densitas medii ad densitatem medii diversi, componitur ratio sinus anguli refracti ad sinum anguli inclinationis, ex rationibus densitatis ad densitatem, et sinus anguli inclinationis ad sinum anguli inclinationis diversæ; sed rationes densitatum in eodem corpore homogeneo supponuntur eædem: sunt igitur anguli refracti in diversis inclinationibus, ut sinus ipsorum angulorum inclinationis. Quod erat ostendendum.

Si duæ incidentes æqualiter inclinatæ sint, altera in medio raro, altera in denso, erit sinus anguli inclinationis media proportionalis inter duos sinus angulorum refractorum.

6. Si duæ incidentes æqualiter inclinatæ sint, altera in medio raro, altera in denso, erit sinus anguli inclinationis media proportionalis inter duos sinus angulorum refractorum.

Sit enim (in fig. 3) A B inclinata in medio raro, quæ refracta sit in medio denso per B I: sitque E B tantundem inclinata in medio denso, quæ refracta sit per B S in medio raro. Ducatur sinus anguli refracti, qui sit R S. Dico rectas R S, A F, I K, esse continue proportionales. Est enim ut densitas medii densioris ad densitatem medii rarioris, ita R S ad A F. Densitas autem eadem medii densioris ad densitatem eandem medii rarioris, ut A F ad I K. Sunt ergo R S. A F : : A F. I K propor-

PARS III. 24.

tionales, id est, R S, A F, I K continue proportionales, quarum media est A F. Quod erat probandum.

Si angulus inclinationis sit semirectus, et recta inclinata in medio densiore, et sit ratio densitatum ut diagonium quadrati ad latus, et superficies separatrix plana, linea refracta erit in ipsa superficie separatrice.

7. Si angulus inclinationis sit semirectus, et recta inclinata in medio densiore, et ratio densitatum ut diagonium quadrati ad latus, et superficies separatrix plana, linea refracta erit in ipsa superficie separatrice.

Sit enim (in fig. 4) angulus inclinationis A B C, graduum 45 in circulo A C. Producatur C B ad circumferentiam in D; ducaturque C E sinus anguli E B C, cui æqualis in B G separatrice sumatur B F: erit ergo B C E F parallelogrammum, et F E, B C, id est, F E, B G æquales. Ducatur A G diagonium quadrati, cujus B G est latus, eritque ut A G ad E F ita B G ad B F, et ita, per hypothesin, densitas medii in quo C ad densitatem medii in quo D, et ita quoque sinus anguli refracti ad sinum anguli inclinationis. Ducta ergo F D, et ad A B, productam in H, perpendiculari D H, erit D H sinus anguli inclinationis; et quoniam sinus anguli refracti est ad sinum anguli inclinationis ut densitas medii in quo C ad densitatem medii in quo D, id est, per hypothesin, ut A G ad F E, hoc est, B G ad D H, et D H est sinus anguli inclinationis, erit B G sinus anguli refracti. Erit ergo B G linea refracta, eademque in ipsa superficie plana separatrice. Quod erat demonstrandum.

Cor. Manifestum est ergo, majore inclinatione quam graduum 45, vel etiam minore inclinatione, modo major sit densitas, fieri posse ut refractio e medio denso in rarum nunquam exeat.

Si corpus in aliud corpus feratur per lineam rectam,

8. Si corpus in aliud corpus feratur per lineam rectam, nec ipsum penetret, sed reflectatur; erit angulus reflectionis angulo incidentiæ æqualis.

PARS III. 24.

nec ipsum penetret sed reflectatur, erit angulus reflexionis angulo incidentiæ æqualis.

Sit (in fig. 5) mobile in A, quod motu recto per A C incidat in aliud corpus ad C, nec progrediatur, sed reflectatur; sit autem angulus incidentiæ quicunque A C D. Ducatur recta C E faciens cum D C producta angulum E C F æqualem angulo A C D; et ad rectam D F ducatur perpendicularis A D. In D F sumatur recta C G æqualis C D; ducaturque perpendicularis G E secans C E in E. Erunt ergo triangula A C D, E C G æqualia et similia. Rectæ A D ducatur parallela et æqualis C H, quæ producatur a parte C utcunque in I. Ducaturque E A quæ transibit per H, et erit rectæ G D parallela et æqualis.

Dico motum, qui fit ab A ad C per rectam incidentem A C, reflecti per C E. Motus enim ab A ad C fit ex duobus motibus coefficientibus sive concurrentibus, altero per A H rectæ D G parallelam, altero per A D eidem D G perpendicularem; quorum, qui est per A H, nihil agit in mobile A tunc quando motum est usque ad C, propterea quod supponitur quod non transit rectam D G; motus autem per A D vel H C conatur ulterius ad partes versus I; sed cum premat tantum, nec penetret, reactio fiet in I C; unde oritur motus a C versus H. Interea vero motus durat per H E, idem qui erat per A H. Agitur ergo mobile a duobus motibus per C H et H E, motibus ex altera parte per A H, H C, æqualibus. Feretur ergo mobile per C E. Est ergo E C G angulus reflectionis, idemque, per constructionem, æqualis angulo A C D. Quod erat demonstrandum.

Utrum autem superficies vel linea, in qua fit reflectio, recta an curva sit, nihil refert, quando mobile consideratur ut punctum. Nam punctum

PARS III 24.

incidentiæ et reflectionis C tam curvæ, quæ rectam D G tangit in C, quam ipsius D G commune erit.

Idem contingit in motus per incidentem generatione.

9. Quod si in puncto A non supponamus mobile aliquod, sed conatum aliquem propagatum ab A ad C, demonstratio tamen eadem erit. Conatus enim omnis est motus, et premit partem obstantis solidi in C, ita ut conatus procedat post incidentiam per C I; itaque et reactio procedet per C H; et generabitur, a conatu per C H concurrente cum conatu per H E, conatus per C E, ut in repercussione corporum motorum.

Itaque si conatus a puncto quolibet propagetur ad concavam superficiem corporis sphærice excavati, linea reflexa faciet cum circumferentia maximi in sphæra circuli angulum angulo incidentiæ æqualem; si enim (in fig. 6) conatus propagetur ab A ad circumferentiam in B, sitque C sphæræ centrum, et ducta sit C B tangensque D B E, et fiat denique angulus F B D angulo A B E æqualis, fiet reflectio per B F ut modo ostensum est; quare anguli etiam, quos cum circumferentia faciunt rectæ A B, F B, æquales erunt.

Notandum autem est, quod producta C B utcunque in G, conatus in G B C a sola est reactione perpendiculari in G B; et propterea in puncto B, nullum alium omnino conatum esse ad partes intra sphæram, præterquam qui est per sphæræ centrum.

Et tractatus hujus parti quidem tertiæ, in qua motum et magnitudinem per se et abstracte consideravimus, terminum hic statuo. Sequitur pars quarta et ultima de Phænomenis Naturæ, id est de motu et magnitudine corporum mundanorum sive quæ re ipsa existunt.

PARS IV.

PHYSICA, SIVE DE NATURÆ PHÆNOMENIS.

CAPUT XXV.

DE SENSIONE ET MOTU ANIMALI.

1. Dicendorum cum dictis connexio.—2. Naturæ sentientis investigatio, et sensionis definitio. — 3. Sensionis subjectum et objectum.—4. Sentiendi organum.—5. Non omnia corpora sensu prædita esse.—6. Uno tempore unicum phantasma.—7. Præteritæ sensionis reliquiæ imaginatio; quæ et memoria: item de somno.—8. Phantasmatum successio, qualis.—9. Somnium, unde fit.—10. Sensuum genera, organa, phantasmata propria et communia.—11. Magnitudo phantasmatum, unde determinata.—12. Voluptas, dolor, appetitus, fuga, quid sint.—13. Deliberatio et voluntas, quid.

PARS IV. 25.

Dicendorum cum dictis connexio.

1. PHILOSOPHIAM definivimus (cap. primo) esse *Effectuum ex cognita generatione, et generationis alicujus, quæ esse possit, ex cognitis effectibus sive phænomenis, per rectam ratiocinationem cognitionem acquisitam.*

Itaque duæ sunt philosophandi methodi, altera a generatione ad effectus possibiles, altera ab effectibus φαινομένοις ad possibilem generationem.

PARS IV. 25.

Dicendorum cum dictis connexio.

In quarum priore, ratiocinationis principia prima, nempe definitiones, vera esse facimus nosmet ipsi, per consensionem circa rerum appellationes. Et hanc quidem partem priorem executus sum in præcedentibus; in quibus, ni fallor, nihil affirmavi, præter definitiones, quod cum definitionibus ipsis non bene cohæreat, id est, quod illis, qui de usu vocabulorum mecum consentiunt et quibuscum mihi solis res est, non sit satis demonstratum. Aggredior jam partem alteram, a phænomenis sive effectibus naturæ nobis per sensum cognitis ad modum investigandum aliquem, juxta quem, non dico generata sunt, sed generari potuerunt. Principia igitur, unde pendent quæ sequuntur, non facimus nos, nec pronunciamus universaliter, ut definitiones, sed a naturæ conditore in ipsis rebus posita observamus; nec universaliter prolatis, sed singulis utimur. Neque necessitatem hæc faciunt theorematis, sed tantum, non absque propositionibus universalibus supra demonstratis, generationis alicujus ostendunt possibilitatem. Atque huic parti, quia cognitio, quæ hic traditur, principia habet in naturæ phænomenis et desinit in aliqua scientia causarum naturalium, inscripsi PHYSICAM sive *de naturæ phænomenis*. Phænomena autem appellantur quæcunque apparent sive a natura nobis sunt ostensa.

Phænomenῶn autem omnium, quæ prope nos existunt, id ipsum τὸ φαίνεσθαι est admirabilissimum, nimirum, in corporibus naturalibus alia omnium fere rerum, alia nullarum in seipsis exemplaria habere; adeo ut si phænomena principia sint cognoscendi cætera, sensionem cognoscendi ipsa principia principium esse, scientiamque omnem ab ea

derivari dicendum est, et ad causarum ejus investigationem ab alio phænomeno, præter eam ipsam, initium sumi non posse. Sed quo, inquies, *sensu* contemplabimur *sensionem?* Eodem ipso, scilicet, aliorum sensibilium etsi prætereuntium, ad aliquod tamen tempus manente memoria. Nam *sentire se sensisse, meminisse* est.

Inquirendæ ergo ante omnia sunt *sensionis*, id est, earum, quas sentientibus nobis innasci perpetuo experimur, idearum sive phantasmatum causæ, et modus quo procedit generatio. Ad hanc autem inquisitionem conducit primo loco observare, phantasmata nostra non esse semper eadem, sed nova subinde oriri et vetera evanescere, prout sensionis organa modo in unum, modo in aliud objectum convertuntur. Generantur ergo et pereunt, ex quo intelligitur esse ea corporis sentientis mutationem aliquam.

Naturæ sentientis investigatio, et sensionis definitio.

2. Mutationem autem omnem motum esse aliquem vel conatum, qui conatus etiam motus est, in partibus mutati internis, ostensum est (cap. VIII. art. 9) ex eo, quod quousque cujuscunque corporis partes etiam minimæ eundem inter se situm servant, nihil illi novi contingit, (nisi forte ut totum simul moveri possit), quin ut et sit et videatur idem esse, quod ante erat et videbatur. Sensio igitur in sentiente nihil aliud esse potest, præter motum partium aliquarum intus in sentiente existentium, quæ partes motæ organorum quibus sentimus partes sunt. Nam partes corporis, per quas perficitur sensio, eæ ipsæ sunt quas vulgo *organa sensoria* appellamus. Habemus ergo jam sensionis subjectum, nimirum, illud in quo insunt phantas-

PARS IV. 25.

mata; et partim etiam naturam ejus, nempe, quod sit motus aliquis internus in sentiente.

Naturæ sentientis investigatio, et sensionis definitio.

Ostensum est præterea, (cap. VIII. art. 7) motum nisi a moto et contiguo generari non posse. Ex quo intelligitur sensionis immediatam causam esse in eo, quod sensionis organum primum et tangit et premit. Si enim organi pars extima prematur, illa cedente premetur quoque pars, quæ versus interiora illi proxima est, et ita propagabitur pressio sive motus ille per partes organi omnes usque ad intimam. Quemadmodum et pressio extimæ procedit ab aliqua pressione corporis remotioris; et sic perpetuo, donec veniatur ad id a quo phantasma ipsum, quod a sensione fit, tanquam a primo fonte derivari judicamus. Illud autem, quodcunque rei sit, objectum vocari solet. Est ergo sensio motus in sentiente aliquis internus, generatus a motu aliquo partium objecti internarum, et propagatus per media ad organi partem intimam. Quibus verbis, quid sensio sit, fere definivimus.

Ostensum item est (cap. XV. art. 2) resistentiam omnem esse conatui conatum contrarium, id est, reactionem. Quoniam igitur motui, ab objecto per media ad organi partem intimam propagato, fit aliqua totius organi resistentia sive reactio per motum ipsius organi internum naturalem, fit propterea conatui ab objecto conatus ab organo contrarius; ut cum conatus ille ad intima ultimus actus sit eorum qui fiunt in actu sensionis, tum demum ex ea reactione aliquandiu durante ipsum existit phantasma; quod propter conatum versus externa, semper videtur (φαίνεται) tanquam aliquid situm extra organum. Definitionem ergo sensionis, eamque ex causarum ejus explicatione et

generationis ordine constantem sic totam proponemus: *sensio est ab organi sensorii conatu ad extra, qui generatur a conatu ab objecto versus interna, eoque aliquandiu manente per reactionem factum phantasma.*

Sensionis subjectum et objectum.

3. Subjectum autem sensionis ipsum est sentiens, nimirum animal; et animal videre quam oculum rectius dicimus. Objectum est id quod sentitur; itaque videre nos solem accuratius dicimus, quam lucem; lux enim et *color*, et *calor*, et *sonus*, et cæteræ qualitates, quæ sensibiles vocari solent, objecta non sunt, sed sentientium phantasmata. Phantasma enim est sentiendi actus; neque differt a sensione aliter quam *fieri* differt a *factum esse;* quæ differentia in instantaneis nulla est. Fit autem phantasma in instante. In omni enim motu per corpus perpetuum propagato, pars prima mota movet secundam, secunda tertiam, et sic deinceps usque ad ultimam; idque ad distantiam quantamcunque. Et in quo puncto temporis pars prima sive anterior processit ad locum secundæ, quam ipsa pepulit, eodem puncto temporis pars penultima in locum successit recedentis ultimæ, quæ eodem instante reagens, si reactio satis fortis sit, efficit phantasma; facto autem phantasmate, sensio simul facta est.

Sentiendi organum.

4. Organa sentiendi, quæ quidem in sentiente sunt, partes ejus illæ sunt, quibus læsis, tollitur phantasmatis generatio, etsi alia pars læsa nulla sit. Eæ autem in plerisque animalibus inveniuntur esse spiritus, et membranæ quæ ortæ a meninge tenera cerebrum et nervos omnes vestiunt; ipsum item cerebrum, et arteriæ quæ in cerebro sunt, et quibus commotis commovetur quoque sensionis

PARS IV. 25.

omnis origo, cor. Nam ubicunque actio objecti attingit corpus sentientis, propagatur actio per aliquem nervum ad cerebrum, et siquidem nervus eo ducens ita lædatur vel obstruatur ut motus propagari ultra non possit, sensio nulla sequitur. Item si motus idem inter cerebrum et cor, defectu organi alicujus deferentis, interceptus sit, objecti nulla erit sensio.

Non omnia corpora sensu prædita esse.

5. Etsi autem sensio, uti diximus, omnis fiat per reactionem, ut tamen quicquid reagit sensiat necessarium non est. Scio fuisse philosophos quosdam, eosdemque viros doctos, qui corpora omnia sensu prædita esse sustinuerunt; nec video, si natura sensionis in reactione sola collocaretur, quo modo refutari possint. Sed etsi ex reactione etiam corporum aliorum phantasma aliquod nasceretur, illud tamen remoto objecto statim cessaret; nam nisi ad retinendum motum impressum, etiam remoto objecto, apta habeant organa, ut habent animalia, ita tantum sentient, ut nunquam sensisse se recordentur; id quod ad sensionem, de qua nunc sermo institutus est, nihil attinet. Nam per sensionem vulgo intelligimus aliquam de rebus objectis per phantasmata judicationem; phantasmata scilicet comparando, et distinguendo; id quod, nisi motus in organo ille a quo phantasma ortum est, aliquandiu maneat, ipsumque phantasma quandoque redeat, fieri non potest. Sensioni ergo, de qua hic agitur, quæque vulgo ita appellatur, necessario adhæret memoria aliqua, qua priora cum posterioribus comparari et alterum ab altero distingui possit.

Itaque et sensioni adhæret proprie dictæ, ut ei aliqua insita sit perpetuo phantasmatum varietas,

ita ut aliud ab alio discerni possit. Si supponeremus enim esse hominem, oculis quidem claris cæterisque videndi organis recte se habentibus compositum, nullo autem alio sensu præditum, eumque ad eandem rem eodem semper colore et specie sine ulla vel minima varietate apparentem obversum esse, mihi certe, quicquid dicant alii, non magis videre videretur, quam ego videor mihi per tactus organa sentire lacertorum meorum ossa. Ea tamen perpetuo et undiquaque sensibilissima membrana continguntur. Attonitum esse et fortasse aspectare eum, sed stupentem dicerem, videre non dicerem; adeo sentire semper idem, et non sentire, ad idem recidunt.

Uno tempore unicum phantasma.

6. Neque vero permittit natura sensionis, ut plures res simul sentiantur; cum enim natura sensionis consistat in motu, dum organa sentiendi ab uno aliquo objecto occupantur, ab alio ita moveri non possunt, ut ab utroque motu unum phantasma syncerum oriatur utriusque. Non fient ergo duo phantasmata duorum objectorum, sed unum ex amborum actione conflatum.

Præterea sicut corporis et loci una fit divisio, adeo ut si plura numeres corpora, plura quoque necessario loca numerabis, et contra, ut capite VII. declaratum est; ita quoque fit in divisione motus et temporis, ut quoties plures dicantur motus, toties plura quoque tempora, et quoties plura dicantur tempora, toties plures motus intelligantur. Nam etsi objectum variegatum videamus, unum tamen est objectum variegatum, non objecta varia.

Accedit quoque, quod dum illa organa, quæ omnium sensuum sunt communia, quales sunt a radicibus nervorum in hominibus usque ad cor

PARS IV. 25.

organi partes omnes, ab unius alicujus objecti sensione vehementi commoventur, ad aliorum objectorum omnium, ad quemcunque attinent sensum, actionem recipiendam, per contumaciam quam mota habent ad motum recipiendum novum, minus sunt utilia. Et inde est quod unius objecti studium aliorum objectorum sensum, præsentem quidem, nullum esse patitur. Studium enim aliud non est præter animi occupationem, id est, organorum sentiendi motum ab uno aliquo objecto factum vehementem, quo durante ad cætera stupent; juxta id quod dictum est a Terentio, *Populus studio stupidus in funambulo animum occuparat*. Stupor autem quid est præter ἀναισθησίαν, id est, sentiendi alia cessationem? Unicum ergo est objectum, quod uno et eodem tempore sensione percipitur. Adeo ut legentes literas successive non omnes videmus simul, tametsi tota pagina illustretur, et spectantes uno intuitu in paginam, quamvis distinctissime literæ singulæ scriptæ sint, legimus tamen nihil.

Intelligi hinc potest conatum organi ad exteriora non omnem dicendum esse sensionem, sed illum tantum qui cæteris, pro singulis temporibus, vehementia præstat et prædominatur; cæterarumque rerum phantasmata, ut lux solis cæterorum astrorum lucem, non actionem impediendo, sed per fulgorem nimium offuscando et abscondendo tollit.

Præteritæ sensionis reliquiæ imaginatio; quæ et memoria. Item de somno.

7. Solet autem motus organi, ex quo oritur phantasma, non nisi præsente objecto, sensio appellari: remoto autem sive prætervecto objecto, manente tamen phantasmate, phantasia, et Latinis imaginatio; quæ vox, quoniam non omnia phantasmata imagines sunt, phantasiæ generaliter sumptæ

PARS IV. 25.

Præteritæ sensionis reliquiæ, &c.

adæquate non congruit. Ea tamen, jam satis intellecta pro phantasia Græcorum, satis tuto usuri sumus.

Imaginatio ergo nihil aliud est revera quam propter objecti remotionem languescens vel debilitata sensio. Causa autem debilitationis quænam esse potest? an motus remoto objecto debilior est? si esset, etiam phantasmata imaginantis minus essent clara quam in sensione, idque semper et necessario; quod non est verum. In somniis enim (eæ autem dormientium sunt imaginationes) non minus clara sunt quam in sentiente. Vigilantium autem phantasmata rerum præteritarum quam præsentium ideo obscuriora sunt, quia organa a præsentibus objectis simul commota faciunt ut minus prædominentur. In somno autem, præcluso aditu, externa actio interno motui nihil officit.

Quod si verum sit, considerandum est deinceps an causa aliqua inveniri possit, qua supposita, objectis sensuum externis ad interiora organi aditus necessario præcludatur. Suppone ergo diuturna objectorum actione, quam necessario sequitur organi, et præcipue spirituum reactio, organum lassari, id est, partes ejus a spiritibus non sine dolore aliquo commoveri; et proinde desertis et laxatis nervis ad fontem suum, sive in cerebri sive in cordis cavitate positum, se retrahere, unde actio, quæ per nervos derivabatur, necessario intercipitur. Nam actio in patiens quod ante se fugit, primo minus agit, deinde solutis paulatim nervis nihil: cessat ergo reactio, id est sensio, quoad, organo per quietem refecto spirituque aucto, evigilatur. Atque hoc ita sane se habere semper videtur, nisi alia aliqua præter

PARS IV. 25.

naturæ animalis ordinem causa superveniat, ut a lassitudine vel a morbo aliquo internus ardor, qui spiritus et organi partes cæteras præter solitum concutiat.

Phantasmatum successio, qualis.

8. Quod autem in varietate hac phantasmatum alia ex aliis nascantur, et ex iisdem modo similia, modo dissimillima in mentem veniant, non sine causa nec tam fortuito fit, ut multi fortasse arbitrantur. Nam in motu partium corporis continui, pars partem sequitur per cohæsionem. Dum igitur oculos aliorumque sensuum organa ad plura objecta successive obvertimus, manente qui ab unoquoque eorum factus erat motus, renascuntur phantasmata quoties quilibet eorum motuum cæteris prædominatur; prædominantur autem eodem ordine, quo in aliquo tempore jam præterito per sensionem generata erant. Ita ut postquam valde multa per ætatem senserimus, quælibet cogitatio ex qualibet fere oriri possit, et propterea, quæ quam sequutura sit, fortuitum videri potest. Minus autem plerumque vigilantibus incertum est hoc. Quoniam cogitatio sive phantasma cupiti finis inducit phantasmata mediorum ad illum finem conducentium, idque ordine analytico a mediorum ultimo ad primum, et rursus a principio ad finem. Sed hoc supponit et appetitum, et mediorum ad finem judicationem, quos fert experientia. Experientia autem est phantasmatum copia orta ex multarum rerum sensionibus.

Non enim differunt inter se φαντάζεσθαι et *meminisse*, nisi quod *meminisse* supponit tempus præteritum, φαντάζεσθαι autem minime. In memoria phantasmata tanquam tempore attrita considerantur; in phantasia ut sunt. Quæ quidem distinctio non

rerum est, sed considerationum sentientis. Contingit enim in memoria simile quid ei, quod contingit in prospectu ad res longinquas. Nam ut hic corporum partes minutiores præ nimia distantia non cernuntur, ita illic multa accidentia et loca et partes rerum, sensibus olim percepta, vetustate abolentur. Ortus perpetuus tum sentientibus tum cogitantibus phantasmatum, id ipsum est, quod appellari solet animi discursus; et communis est hominibus cum brutis; nam is, qui cogitat, transeuntia phantasmata comparat, id est, similitudinem vel dissimilitudinem inter ea animadvertit. Et similitudines quidem inter res diversarum naturarum vel longe inter se dissitas celeriter observare, Phantasiæ; dissimilitudines autem inter res similes invenire, Judicii plerumque laus existimatur. Differentiarum autem observatio non est a sensione proprie dicta sensio aliqua, per sensorium aliquod commune, distincta, sed manentibus aliquantisper phantasmatis particularibus, differentiarum memoria; ut calidi et lucidi distinctio nihil aliud sit præter objecti calefacientis et illuminantis memoriam.

Somnium, unde fit.

9. Phantasmata dormientium somnia sunt. Circa quæ, ab experientia docemur quinque. Primo, quod sunt pleraque inordinata et incohærentia. Secundo, quod nihil somniamus nisi quæ a phantasmatis sensionis præteritæ sunt composita et ficta. Tertio, quod nascuntur aliquando quidem ex phantasmatum in dormiturientibus paulatim a somnolentia corruptorum interruptione; quandoque vero in medio oriuntur somno. Quarto, quod vigilantium imaginationibus, præter sensiones, fortiora, sed ipsis sensionibus claritate æqualia sunt. Quinto, quod neque loca neque aspectus

PARS IV. 25.

Somnium, unde fit.

rerum somniantes admiramur. Quorum φαινομενων quæ causæ esse possunt, non est difficile ex præcedentibus indicare. Quod ad primum attinet, quia ordo et cohærentia omnis a frequenti ad finem respectatione, id est, a consilio oritur, necesse est, amissa per somnum cogitatione finis, ut phantasmata alia aliis succedant non amplius eo ordine, qui ad finem tendit, sed ut contingit, utque objecta visus, quo tempore indifferenter se habet aliquis ad visibilia omnia, a vidente non quia vult, sed quia non clausit oculos, nullo ordine aspiciuntur. Secundum autem ex eo nascitur, quod cessante sensione, motus novus ab objectis nullus est. Itaque nec novum phantasma ullum, nisi novum dixerimus quod compositum est ex veteribus, ut Chimæra, mons aureus et similia. Ad tertium, quare somnium aliquando quasi cum sensione continuatum corruptis fiat phantasmatis ut in ægrotantibus, ratio manifesta est, quod sensio per organa quidem alia manet, per alia deficit. Quomodo autem, sopitis omnibus organis exterioribus, phantasmata tamen quædam resuscitata sunt, difficilius dictu est. Nihilominus id quoque in iisdem præcedentibus causam habet. Quæcunque enim meningem teneram concutiunt, phantasmata excitant aliqua ex iis, quorum motus in cerebro adhuc durant; et qui motus cæteris prædominatur, ab eo motu oritur phantasma, si modo ab interno motu cordis membrana illa concutiatur. Qui quidem motus cordis sunt appetitus et aversiones, de quibus mox dicendum est. Sicut autem appetitus et fuga a phantasmatis, ita et phantasmata ex appetitu et fuga vicissim generantur. Exempli causa, ex ira et pugna nascitur in corde calor; et rursus ex

PARS IV. 25.

Somnium, unde fit.

calore in corde, etsi aliunde orto, ira et hostis species in somno excitatur. Utque amor et formæ species calorem quibusdam ingenerat organis, ita et calor in iisdem organis, etsi adventitius, cupidinem aliquando excitat, et formæ speciem non repugnantis. Eodem denique modo, dormientium algor somniantibus spectrum aliquod horridum vel periculi phantasma ostentat, metumque efficit; ut metus algoris causa est in vigilantibus; adeo inter se motus cordis et cerebri sunt reciproci. Quod ad quartum attinet, quare ea, quæ in somnis videmur videre vel sentire, tam clara sunt quam in ipsa sensione, causa ejus rei in duabus consistit rebus; quarum altera quidem est, quod cessante sensu exteriore, motus, a quo phantasma oritur, ut præsens dominatur; altera vero quod phantasmatum partes tempore detritæ aliis partibus fictis resarciuntur. Denique loca et species rerum ante incognitas, ideo somniantes non admiramur, quia admiratio postulat ut res nova et insolita videatur, id quod nisi recordantibus speciem priorem contingere non potest. In somnis autem videntur omnia ut præsentia.

Observandum autem est somnia quædam, præsertim ex iis quæ semisopitis accidunt, et ea quæ contingunt hominibus naturæ somniorum imperitis, iisdemque superstitiosis, non fuisse olim, nec esse nunc pro somniis habita. Putabantur enim spectra, vocesque in somnis audiri visæ, non phantasmata, sed ipsa per se fuisse in rebus extra somniantes subsistentia objecta. Nam in aliquibus metus ipse, non modo dormientibus, sed etiam vigilantibus, præsertim vero sceleris consciis, et noctu, et in locis consecratis, et adjutus aliquantulum talium

PARS IV. 25.

apparitionum historiis, phantasmata horribilia in animo excitavit, quæ spectrorum et substantiarum incorporearum nomina pro veris rebus imposuere et imponunt.

Sensuum genera, organa, phantasmata propria et communia.

10. Sensuum observata sunt in plerisque animalibus genera quinque, tum organis tum etiam phantasmatum genere distincta. Visus, auditus, olfactus, gustus, et tactus; organa habentes partim sibi propria, partim omnibus communia. Visus organum partim animatum, partim inanimatum est. Inanimatum sunt tres liquores, aqueus, qui, interposita membrana uvea in medio perforata, quod foramen pupilla dicitur, continetur ex una parte, prima oculi superficie concava; ex altera parte, processibus ciliaribus et tegumento humoris cristallini; cristallinus, qui, inter processus ciliares medius pendens, figura ad sphæricam accedente, consistentia crassiore, propria cuticula pellucida undiquaque determinatur; et vitreus, qui reliquam oculi implet cavitatem, aqueo quidem crassior, sed cristallino subtilior. Pars organi animata occurrit, primo, membrana choroeides pars meningis teneræ, nisi quod obducta ei sit derivata a medulla nervi optici tunica, quæ appellatur retina; et quæ choroeides, cum sit pars meningis teneræ, continua est usque ad initium quod intra cranium est spinalis medullæ; ubi omnium nervorum intra cranium sunt radices. Quicquid ergo spirituum animalium in nervos inspiratur ibi intrat, nec ut aliunde intret cogitabile est. Quoniam ergo sensio aliud non est præter objectorum actionem ad ultima organi propagatam, nec spiritus animales quam spiritus vitales a corde per arterias delati et redditi puriores, necesse est ut ad radices nervorum, qui in

Sensuum genera, organa, phantasmata propria et communia.

capite sunt, actio per arterias aliquas a corde derivetur, sive arteriæ illæ sint plexus retiformis, sive aliæ, quæ in substantiam cerebri inseruntur. Illæ igitur arteriæ complementum sunt, sive reliquum totius organi visorii. Hæc autem pars ultima sensuum omnium organum est commune; cum illud quod ab oculo ad nervorum radices pertinet visionis proprium est. Auditus organum proprium est tympanum auris, et inde nervus proprius; cætera usque ad cor communia sunt. Olfactus et gustus organa propria sunt, hujus quidem cutis et nervus intra in palato et lingua; illius vero in naribus; ab horum nervorum ortu cætera deinceps sunt communia. Tactus denique organum sunt nervi et membranæ per totum corpus distributæ, ortæ et illæ ab origine nervorum. Cætera inde omnium sensuum communia non videntur per nervos sed per arterias administrari.

Phantasma a visu proprium est lumen. Sub nomine luminis continetur etiam (quod lumen perturbatum est) color. Itaque corporis lucidi, lumen; colorati color phantasma est. Et visus objectum proprie dictum non est lumen nec color, sed ipsum corpus lucidum, vel illustratum, vel coloratum. Illa enim, cum sint phantasmata, sentientis sunt, non ejus quod sentitur accidentia. Hoc autem ex eo manifestum satis est, quod res visibiles in iis sæpe apparent locis, in quibus eas non esse certo scimus; quodque diversis diverso apparent colore, et pluribus simul locis apparere possunt. Motus, Quies, Magnitudo, Figura cum visu tactui communia sunt. Sed nec lumen, nec color sine figura esse potest. Totum autem illud, figura *cum lumine vel colore*, a Græcis εἶδος, et εἴδωλον, et ἰδέα; a Latinis

PARS IV. 25.

species et imago, (quæ voces omnes idem significant quod aspectus) appellari solet.

Phantasma ab auditu, sonus; ab olfactu, odor; a gustu, sapor est: a tactu autem sunt durities et mollities, calor et frigus; aqueositas, oleositas, et multa alia quæ sensu bene, verbis non satis distinguuntur. Lævitas, asperitas, raritas, densitas ad figuram referuntur, et propterea tactui cum visu communia sunt. Objecta item auditus, olfactus, gustus, tactus, non sunt sonus, odor, sapor, durities, &c.; sed ea corpora quæ sonum, odorem, saporem, duritiem, &c. efficiunt; de quorum causis et quo modo producuntur, infra dicturi sumus.

Phantasmata autem hæc etsi objectorum in organa agentium effectus sint, producti in subjecto sentiente; sunt tamen in iisdem organis, ab iisdem objectis producti præterea effectus alii, nempe motus quidam a sensione orti, qui *motus* appellantur *animales*. Quoniam enim in omni sensione rerum externarum actio fit et reactio mutua, id est, oppositi sibi invicem conatus duo, manifestum est motum ab utroque simul factum ad latera undiquaque continuari, præcipue vero ad utriusque corporis confinia. Hoc cum fit in organo interiore, conatus fit ad exteriora per angulum solidum majorem quam si impressio fuisset levior, atque inde major fit idea.

Magnitudo phantasmatum, unde determinata.

11. Apparet hinc causa physica, primo, quare majora videntur, cæteris paribus, quæ sub majore videntur angulo. Secundo, quare in nocte serena, illuni, frigida, plures apparent stellæ fixæ, quam in alio tempore. Namque illarum actio per serenum aerem minus impeditur, et per silentium lunæ minus absconditur, seu offuscatur; frigus

autem, aerem serenans, stellarum in oculum actionem adjuvat sive corroborat, ita ut stellæ, non aliter visæ, sic videri possint. Atque hæc sufficiant de sensione, quæ fit per organi reactionem, dicta generaliter. Nam de loco imaginis, de fallaciis visus, et aliis rebus, quas sentiendo in nobismet ipsis experimur, quia magna ex parte ab oculi humani fabrica propria dependent, dicendum tunc est cum de homine disseremus. PARS IV. 25.

12. Est autem aliud sensionis genus, de quo dicturi aliqua nunc sumus, nimirum sensio *voluptatis* et *doloris*, eaque orta non a reactione cordis versus exteriora, sed ab organi parte extima per continuam actionem versus cor. Cum enim vitæ principium in corde sit, necesse est ut motus a sentiente ad cor propagatus motum vitalem aliquo modo mutet sive divertat, nimirum faciliorem reddens vel difficiliorem, juvans vel impediens. Si juvet, *voluptas*, si impediat, *dolor*, *molestia*, *ægritudo* nascitur. Et sicut phantasmata, a conatu ad externa extra existere, ita voluptas et dolor in sensione, propter conatum organi ad interiora videntur intus esse, ibi nempe ubi est prima voluptatis sive doloris causa, ut in dolore a vulnere, ubi est vulnus ipsum ibi videtur esse dolor. Voluptas, dolor, appetitus, fuga, quid sint.

Motus autem vitalis sanguinis motus est, per venas arteriasque, ut a primo ejus rei observatore nostrate Harvæo multis certissimisque signis ostensum est, perpetuo circumeuntis. Qui motus, si a motu facto per objectorum sensibilium actionem impediatur, rursus per partium corporis flexionem directionemve restituetur, spiritibus scilicet modo in hos modo in illos nervos impulsis, donec quantum fieri potest molestia omnis tollatur.

PARS IV.
25.

Voluptas, dolor, appetitus, fuga, quid sint.

Sin a motu per sensionem vitalis motus adjuvetur, disponentur partes organi ad spiritus ita regendos, ut is motus quantum fieri potest nervorum ope conservetur et adaugeatur. Atque hic quidem in motu animali est conatus primus, inveniturque etiam in embryone, qui molestiam, si quando est, fugiens vel placida sequutus in utero matris artus suos motu movet voluntario. Conatus autem iste primus, quatenus ad placida experiendo cognita dirigitur, appetitus, id est, aditio, quatenus molesta evitantur, aversio et fuga dicitur.

Initio autem et illico ac nascuntur fœtus parvuli, pauca appetunt, pauca fugiunt destituti experientia et memoria; et propterea tantam motus animalis varietatem non habent quantam videmus esse in adultis. Nam objecta an placitura an nocitura sint, sine multarum rerum cognitione sensitiva, id est, sine experientia et memoria sciri non potest; conjectandi tamen ex aspectu rerum locus est aliquis, et proinde quæ bona an mala ipsis futura sint nesciunt, ad ea tamen accedunt et ab iisdem recedunt dubitantes. Postea vero tum in iis quæ appetenda et fugienda sunt, tum in usu nervorum cæterorumque organorum ad fugienda aliqua et adeunda alia, paulatim prompti fiunt assuescendo. Sunt ergo appetitus et fuga sive animi aversio motus animalis conatus primi.

Conatum autem primum sequitur spirituum animalium, quorum aliquod necesse est esse prope ad nervorum originem receptaculum sive locum, in nervos impulsio et rursum retractio; quem motum sive conatum sequitur necessario turgescentia et relaxatio musculorum; quas denique artuum contractio sequitur et extensio, qui est motus animalis.

Deliberatio et voluntas, quid.

13. Appetitus autem ut et fugæ considerationes diversæ sunt. Cum enim animalia modo appetant modo fugiant eandem rem, prout placituram vel nocituram sibi putant, manente illa appetitus et fugæ alternatione, fit series cogitationum illa, quæ dicitur *deliberatio;* quæ tam diu durat quam diu in eorum potestate est vel obtinere quod placet, vel quod displicet effugere. Appetitus ergo et fuga, nisi præexistente deliberatione, simpliciter vocantur appetitus et fuga. Sed si præcesserit deliberatio, tunc ultimus in ea actus appellatur, si appetitus sit, *velle* sive *volitio;* si fuga, *nolle;* ita ut eadem res voluntas vocetur et appetitus, sed consideratio, nempe an ante an post deliberationem, diversa sit. Neque id, quod intus in homine fit, dum vult aliquid, dissimile ei est quod fit in aliis animalibus dum, habita prius deliberátione, appetunt.

Neque libertas volendi vel nolendi major est in homine quam in aliis animalibus. Nam in appetente appetendi causa præcesserat integra, et proinde ipsa appetitio, ut cap. IX. art. 5 ostensum est, non sequi non poterat, id est, secuta est necessario. Libertas igitur talis, ut a necessitate libera sit, neque hominum neque brutorum voluntati convenit. Quod si per *libertatem* intelligamus facultatem, non quidem *volendi*, sed quæ volunt *faciendi*, ea certe libertas utrique concedi potest; et cum adest, æque utrique adest.

Rursus, appetitus et fuga dum celeriter sibi mutuo succedunt, nomen habet tota ex iis facta series modo ab una, modo ab altera. Nam ab appetitu spes, a fuga metus dicitur, eadem nutans modo ad alteram, modo ad alteram partem, deli-

PARS IV. 25.

Deliberatio et voluntas, quid.

beratio. Nam sine *spe metus* non dicendus est, sed *odium;* nec sine *metu spes* sed *cupido.* Omnes denique animi quæ dicuntur *passiones*, *appetitu* et *fuga* constant (præter voluptatem et molestiam puram, quæ boni malive est certa *fruitio*), ut *ira fuga* est imminentis mali, sed quæ cum appetitu mali illius per vim effugiendi conjuncta est. Sed quoniam passiones perturbationesque animi innumeræ sunt, et earum multæ præterquam in hominibus inconspicuæ, dicemus de illis fusius in ea sectione quæ est *De Homine.* Objecta autem ea, quæ animum, si qua sunt, omnino non commovent, illa *contemni* dicimur. Hactenus de sensu generatim. Transeundum nunc est ad sensibilia.

CAPUT XXVI.

DE UNIVERSO ET SYDERIBUS.

1. Magnitudo et duratio universi inscrutabiles.—2. Locum in universo vacuum nullum esse.—3. Argumenta Lucretii pro vacuo esse invalida.—4. Alia quædam argumenta ad vacuum ponendum invalida.—5. Ad salvanda naturæ phænomena hypotheses sex.—6. Causæ redduntur possibiles motus annui et diurni, et apparentis directionis, stationis, et retrogradationis planetarum.—7. Suppositio motus simplicis unde fit verisimilis. 8. Causa excentricitatis motus terræ annui.—9. Causa quare lunæ facies terræ semper obvertitur eadem.—10. Causa æstuum oceani.—11. Causa præcessionis æquinoxiorum.

Magnitudo et duratio universi inscrutabiles.

1. CONTEMPLATIONEM sensionis sequitur contemplatio corporum, quæ sentiendi causæ efficientes sive objecta sunt. Objectum autem omne universi mundi vel pars est, vel partium aggregatum. Corporum sive objectorum sensibilium, maximum

PARS IV. 26.

Magnitudo et duratio universi inscrutabiles.

omnium est ipse mundus, qui nobis super hoc punctum ejus, quam vocamus terram, circumspicientibus undiquaque perceptibilis est. De quo ut uno multarum partium aggregato, quæ quæri possunt paucissima sunt, quæ determinari nulla. Quæri quidem potest, totus mundus quantus, quam diuturnus, et quotus sit, sed aliud nihil. Nam locus quidem et tempus, id est, magnitudo et duratio, corporis simpliciter dicti, id est, indefinite sumpti, sunt phantasmata, (ut cap. VII. ostensum est), cætera autem phantasmata omnia sunt corporum sive objectorum suorum inter se distinctorum; ut color coloratorum, sonus auditorum, &c. De magnitudine mundi quæstiones sunt, an finitus an infinitus; plenus an non plenus? De duratione, an inceperit, an æternus? de numero, an unus an plures? etsi de numero, si mundus magnitudine infinitus fuerit, controversia nulla esse potest. Item si inceperit, a qua causa et qua materia factus fuerit? rursusque de illa causa et materia, unde extiterint, novæ erunt quæstiones donec perveniatur ad causam aliquam æternam, unam vel plures. Atque hæc omnia ab eo, qui philosophiam complecti profiteretur universam, determinanda essent, si quantum quæri, tantum sciri posset. Est autem infiniti scientia finito quæsitori inaccessibilis. Quicquid homines scimus a phantasmatis nostris didicimus; phantasma autem infiniti, sive magnitudine sive tempore, nullum est; neque enim homo neque ulla alia res, præterquam quæ ipsa infinita sit, infiniti conceptionem ullam habere potest; neque si quis ab effectu quocunque ad causam ejus immediatam, atque inde ad remotiorem et sic perpetuo, ratiocinatione rectissima

PARS IV. 26.

Magnitudo et duratio universi inscrutabiles.

ascenderit, non tamen in æternum procedere poterit, sed defatigatus aliquando deficiet, et quidem an ulterius progredi potuerit, necne, nescius. Neque absurdi sequetur quicquam, sive finitus sive infinitus mundus statuatur; cum utrumvis statuisset mundi opifex, quæ nunc videntur eadem omnia videri potuissent. Præterea etsi ex eo, quod nihil potest movere seipsum, satis recte infertur primum aliquod esse movens quod fuerit æternum, non tamen inferetur id, quod inferre solent, nempe æternum immobile, sed contra æternum motum; siquidem, ut verum est nihil moveri a seipso, ita etiam verum est, nihil moveri nisi a moto. Quæstiones ergo de magnitudine et origine mundi, non a philosophis, sed ab iis, qui ordinando Dei cultu legitime præsunt, determinandæ sunt. Nam ut Deus *Optimus Maximus*, cum populum suum in Judæam induxisset, primitias fructuum sibi reservatas concessit sacerdotibus, ita quoque, cum mundum a se factum disputationibus hominum tradidisset, opiniones tamen de natura infiniti et æterni sibi soli cognita tanquam primitias sapientiæ judicari ab iis voluit, quorum in religione ordinanda ministerio uti voluit. Illos igitur, qui mundi originem aliquam fuisse rationibus suis a rebus naturalibus demonstrasse se jactitant, laudare non possum. Ab idiotis, quia quid dicant non intelligunt; ab eruditis, quia intelligunt, ab utrovis merito contemnuntur. Quis enim hoc modo demonstrantem laudet? Si mundus ab æterno erat, tunc numerus dierum sive alius cujusvis temporum mensuræ infinitus natalem Abrahami antecessit; sed nativitas Abrahami antecessit nativitatem Isaaci; infinitum ergo infinito, sive æternum æterno ma-

jus: quod, inquit, absurdum est. Similis demonstratio est ac si quis ex eo, quod numerorum parium numerus fit infinitus, totidem esse concluderet numeros pares quot sunt simpliciter numeri, id est, pares et impares simul sumpti. Nonne qui æternitatem mundi sic tollunt, eadem opera etiam mundi conditori æternitatem tollunt? Itaque ab hoc absurdo in aliud incidunt, coacti æternitatem *nunc stans*, et numerorum infinitum numerum *unitatem* dicere, quod multo est absurdius. Cur enim æternitas dicenda est *nunc stans* potius quam *tunc stans?* Erunt ergo vel multæ æternitates, vel *nunc* et *tunc* idem significabunt. Cum hujusmodi demonstratoribus ἀλλογλώσσοις nobis nulla iniri potest disputatio. Sunt autem ii, qui tam absurde ratiocinantur, non idiotæ, sed, quibus id minime ignoscendum est, geometræ, et qui aliorum hominum demonstrationum judices esse volunt, inepti quidem, sed severi. Causa est, quod simul ac vocibus *infiniti* et *æterni*, quibus rei nullius substernitur in animo, præter ipsius comprehensionis propriæ defectum, idea, irretiti sunt, aut absurdi aliquid dicendum est, aut, quod molestius est, tacendum. Habet enim geometria nescio quid vino simile, recens inflat; cum deferbuerit, minus dulce est, sed juvat. Quicquid ergo verum est, idem demonstrare se posse putat geometria recens; sedatior facta, non item. Quæstiones igitur de infinito et æterno sciens prætereo, contentus ea doctrina circa mundi magnitudinem et originem, quam suaserint Scripturæ Sacræ, et, quæ illas confirmat, miraculorum fama, et mos patrius et legum reverentia debita; transeoque ad alia, quæ disputare nefas non est.

PARS IV. 26.

Magnitudo et duratio universi inscrutabiles.

PARS IV. 26.

Locum in universo vacuum nullum esse.

2. De mundo præterea quæri solet, an partes ejus ita sibi invicem contiguæ sint, ut ne minimum quidem admittant interstitium vacuum? Et disputatur in utramque partem satis probabiliter. Ad tollendum vacuum unicum adducam experimentum, satis tritum, attamen, ut mihi videtur, validissimum. Sit ergo (in fig. 1) hydria A B, quali uti solent ad rigandos hortos hortulani; cujus fundus B pluribus pertusus sit foraminulis; habeatque osculum, quod digito, cum opus fuerit, obturari possit, in A. Si jam hydria illa, obturato prius foramine ad A, aqua impleatur invertaturque, ea, occluso osculo, per nullum eorum foraminum effluet quæ sunt in fundo B; amoto autem digito, ut aer superne ingrediatur, per omnia; rursusque applicito digito, simul et subito omnis sistetur. Cujus rei causa alia non videtur esse, quam quod aqua conatu suo ad descensum naturali subjectum aerem pellere ante se non potest; propterea quod locus nullus sit quo pulsus se recipiat, nisi vel pellendo aerem vicinum fiat conatus continuus usque ad foramen A, ibique aer in hydriam intret atque aquæ succedat defluenti, vel aquæ deorsum conanti resistendo per ipsam aquam transeat. Sed primum, foramine A obstructo, impossibile est. Neque autem secundum fieri potest, nisi foramina ita magna sint ut pondere effluentis aquæ per eadem foramina et eodem tempore aer in hydriam compellatur; eo modo, quo fit quando vasculum aliquod, cui os aliquanto laxius est, effundendæ aquæ causa subito invertimus; tunc enim aer coactus aquæ pondere, per orificii circumferentiam, testante ipsa sigultiente et restitante aqua, in vasculum penetrabit. Signum ergo mihi plenitudinis

universæ est, quod, nisi ea concessa, motus naturalis aquæ, nimirum corporis gravis, non impediretur. PARS IV. 26.

3. E contra, ad vacuum astruendum argumenta experimentaque multa et satis speciosa afferuntur. In quibus tamen singulis ad conclusionis firmitatem semper videtur aliquid desiderari. Pro vacuo autem argumenta sunt partim eorum, qui sequuti sunt doctrinam Epicuri. Ille autem constare universum docuit ex locis minimis nullo corpore occupatis, et minimis corporibus nullum vacuum locum comprehendentibus, quæque ob duritiem appellat atomos, interspersis. Epicureorum argumenta a Lucretio exposita sunt hæc.

Argumenta Lucretii pro vacuo esse invalida.

Dicit itaque primo, ni ita esset, nullum potuisse esse motum. Corporis enim inquit officium est motui obstare et officere. Si quidem ergo omnia corpore essent plena, obstaculum motui ubique esset. Motus ergo initium nullum esse potuit, neque ergo motum ullum esse.

In pleno quidem et secundum omnes suas partes quiescente, initium motus fieri impossibile est; sed nihil inde trahitur ad probationem vacui. Nam etsi vacuum esse concederetur, corpora autem illi intermista semel et simul omnia quiescerent, nunquam ea rursus moverentur. Est enim supra demonstratum (cap. IX. artic. 7,) nihil moveri posse nisi a moto et contiguo. Cum igitur omnia simul quieta esse supponantur, nullum erit contiguum motum, neque ergo motus unquam ullius initium. Negatio autem initii motus, motum præsentem non tollit, nisi tollat etiam initium corporis. Potuit enim motus fuisse corpori vel coæternus vel concreatus. Non enim ut corpora fuerint primo

PARS IV. 26.

Argumenta Lucretii pro vacuo esse invalida.

quieta, post mota, magis videtur necessarium, quam ut primo mota, deinde quieta, si unquam quieta, fuerint. Neque causa apparet major, quare materia mundana interpuncta debeat esse, ad admittendum motum, spatiis vacuis quam spatiis plenis, plenis inquam, sed fluidis. Neque denique sciri potest, quare non potuerint atomi illæ duræ congregari et cogi in corporum compositorum moles quas videmus, a motu alicujus intermisti liquidi. Nihil ergo hoc argumento concludi potest, nisi fuisse motum mobili coæternum vel coævum; quorum neutrum consistit cum doctrina Epicuri, qui et mundo et motui initium abstulit. Nondum ergo vacui necessitas demonstratur. Causa autem, quantum ego ex eorum sermonibus, qui mecum de vacuo disseruerunt, intelligo, est quod dum naturam fluidi contemplantur, constare illud imaginantur tanquam ex duri granulis, quomodo farina fluida fit e frumento molito; cum tamen fluidum concipere possibile sit tanquam natura sua æque homogeneum, ac est ipsa atomus vel ipsum vacuum.

Argumentum secundum, sumptum est a pondere, et continetur in his Lucretii versibus:

> "Corporis officium est quoniam premere omnia deorsum:
> Contra autem natura manet sine pondere inanis:
> Ergo, quod magnum est æque, leviusque videtur,
> Nimirum plus esse sibi declarat inanis."—I. 363-66.

Ut prætercam, quod assumit de conatu corporum deorsum, non recte sumi, propterea quod *deorsum* nihil negotii habet cum natura rerum, sed est figmentum nostrum; et quod, si omnia ad unum infimum tenderent, aut nihil coalesceret, aut omnia in eundem locum cogerentur: vis argumenti hujus ex eo tollitur, quod tantundem in hac

PARS IV. 26.

re efficeret atomis ejus intermistus aer, quantum efficere existimat ille intermistum vacuum.

Argumenta Lucretii pro vacuo esse invalida.

Argumentum tertium ab eo ducitur, quod fulmen, sonus, calor, frigus, corpora, exceptis ipsis atomis, etiam solidissima penetrare visa sint. Sed hæc ratio, nisi quis prius demonstrarit ea omnia non fieri posse, excluso vacuo, per motus perpetuam generationem, invalida est. Posse autem, suis locis demonstrabitur.

Postremo, argumentum quartum ab eodem Lucretio proponitur his versiculis:

> — "Duo de concursu corpora lata,
> Si cita dissiliant, nempe aer omne necesse est,
> Inter corpora quod fiat, possidat inane.
> Is porro quamvis circum celerantibus auris
> Confluat, haud poterit tamen uno tempore totum
> Compleri spatium; nam primum quemque necesse est
> Occupet ille locum, deinde omnia possideantur."
>
> I. 385-91.

Quod tamen cum sententia ipsius Epicuri aliquanto plus pugnat, quam eorum qui vacuum esse negant. Nam quanquam verum sit, quod si duo corpora essent infinite dura, et secundum superficies exactissime planas componerentur, impossibile esset ut divellerentur, cum fieri id non posset sine motu instantaneo; si tamen, ut in magnitudinibus non datur maxima nec in motibus velocissimus, sic neque in duris durissimum; poterit fieri vi aliqua magna, ut ingressus aeri detur successivus, nempe ut partes corporum conjunctorum extimæ prius dirimantur quam interiores. Debuerat ergo prius ostendere aliqua esse durissima, non modo relative ad molliora, sed absolute, id est infinite dura; quod non est verum. Sed si supponamus

PARS IV. 26.

atomos, ut Epicurus, insecabiles, habentes tamen suas superficieculas, si componerentur duo corpora secundum plures vel unam tantum utriusque superficieculam, argumentum hoc Lucretii firmissima demonstratio erit, corpora nulla, quæ ex atomis, ut ille supponit, concreta sunt, ulla unquam vi diffringi posse; id quod quotidianæ repugnat experientiæ.

Alia quædam argumenta ad vacuum ponendum invalida.

4. Hactenus argumenta Lucretii. Videamus jam argumenta sumpta ab experimentis recentiorum.

I. Experimentum primum est, quod si vas concavum inverso fundo in aquam immergatur, fore ut aqua in ipsum ascendat; quod fieri non posse inquiunt, nisi aer intus in arctiorem locum contrudatur; fieri autem hoc non posse, nisi sunt in aere loculi vacui; compressum autem aerem ad certum gradum comprimi amplius non posse; nimirum particulis aeris in locum arctiorem compelli negantibus. Ratio hæc, siquidem aer ab aqua intra vas surgente pressus ipsam permeare non posset, videri posset non infirma. Sed quod, adhibita vi, nec ea majore quam est ipsa aquæ gravitas, aer aquam penetrat, satis cognitum est. Quare si vis, qua vas deprimitur, major sit conatu, quo aqua naturaliter tendit deorsum, vel ei æqualis, aer in vase inclusus, qua via resistit, nempe versus vasis labra, ea per aquam exibit: neque tamen totus; oportet enim, quo major aquæ profunditas penetranda sit, eo major sit vis deprimentis; sed deprimentis, id est, aquæ assurgentis vis, postquam totum vas immersum est, non amplius augetur. Venitur ergo ad æquilibrium tale, ut conatus aquæ deorsum naturalis æqualis sit conatui ad aquam in aucta jam profunditate penetrandam.

PARS IV. 26.

Alia quædam argumenta ad vacuum ponendum invalida.

11. Experimentum secundum est, quod si cylindrus concavus, videndi experimenti causa vitreus, satis longus, ex altera parte apertus, ex altera clausus, impleatur argento vivo, deinde parte unde apertus erat digito obturata in vas quodlibet, in quo item sit argentum vivum, una cum digito immergatur erectusque statuatur, videbimus, sublato digito ut liber argento vivo fiat descensus, descendere ipsum in subjectum vas, eo usque ut pars, quæ in cylindro restat, occupet circa 26 pedis uncias; quicunque is sit cylindrus, modo dictis unciis 26 non sit minor. Spatium ergo aiunt cylindri reliquum vacuum esse. Ego vero in hac re necessitatem vacui nullam video. Cum enim descendit argentum vivum quod in cylindro est, necessarium est ut vas subjectum altius impleatur, et summoveat tantum aeris ambientis, quanta est moles argenti vivi quod descenderit. Si quæratur quo abiit ille aer summotus, quid aliud dicendum est quam aerem illum tantundem abigere e loco proximo, et hunc alium, et sic deinceps, donec redeatur unde propulsio prima incepit? Ibi autem, qua vi aer primus pulsus est, eadem vi aer ultimo pulsus premet argentum vivum quod est in vase; et siquidem vis, qua argentum vivum descendit deorsum, satis magna sit, (major autem est quando ab altiore loco descendit, minor quando ab humiliore), faciet ut aer ipsum argentum vivum, quod in vase est, penetret, adeoque ascendat ad implendum locum, quem illi vacuum arbitrabantur. Sed quoniam vis argenti vivi non in omni altitudine satis fortis est ad cogendam talem penetrationem, necesse est ut descendens subsistat alicubi, ibi nimirum ubi æquilibrium fit

PARS IV. 26.

Alia quædam argumenta ad vacuum ponendum invalida.

inter conatum ipsius deorsum et resistentiam ejusdem contra aeris penetrationem; quod quidem æquilibrium esse in altitudine 26 unciarum aut circiter, vel ex hoc experimento manifestum fit.

III. Experimentum tertium est, quod in vas solo aere, quantum aeris natura patitur, repletum, tantum tamen impelli potest aquæ, quantum capit ejusdem vasis circiter dodrans. Experimentum autem hoc modo factum est. Phialæ vitreæ, quæ repræsentetur (in fig. 2) per sphæram F G, cujus centrum est A, immittatur fistula B A C, ita aptata foramini per quod transit, ut ipsum adæquate impleat; sitque terminus ejus B in fundo vasis, nisi quod spatii tantum intersit, ut aqua superne immissa libere exire possit per B. Sit fistulæ operculum in D, quod aquæ in ipsum ascendenti exitum præbeat per E. Epistomium autem H C, intra fistulam perforatum, transitum aquæ a B ad D claudat vel aperiat, prout opus fuerit. Detracto operculo D E impellatur aqua per fistulam, ope siphonis, quantam sipho capit, in concavitatem vasis; deinde clauso epistomii foramine, ne quid aeris per eam viam egrediatur, sipho rursus aqua impleatur, et rursus aperto epistomii foramine, ea aqua in vasis concavitatem per B, ut ante, injiciatur. Atque eadem operatio repetatur quoties libet, assurgatque aqua, verbi gratia, usque ad G F. Postremo imposito operculo et aperto foramine in H C, videbimus aquam velociter erumpere per E, et subsidere paulatim ab F G, usque ad B. Itaque ab hoc phænomeno ad necessitatem vacui sic arguunt: vas erat ab initio aere plenum: injectam per fistulam aquam non potuit aer per totam fistulæ longitudinem penetrando exire, neque exitus ullus

PARS IV. 26.

Alia quædam argumenta ad vacuum ponendum invalida.

alius datur: necesse ergo est tum omnem aquam usque ad F G, tum etiam omnem aerem, qui in vase ante immissionem aquæ continebatur, in eodem esse loco, in quo ante solus inerat aer; id quod fieri non posset, si tota vasis amplitudo aere fuisset adæquate, id est, sine vacuo, plenus: præterea vero si quis forte dubitet, an non possit aer, corpus tenue, penetrare ipsum aquæ in fistula contentæ corpus, accedit phænomenum illud alterum, nimirum quod eadem aqua, quæ est in spatio B F G, omnis rursum ejicitur per foramen E H, cujus causa nulla videtur assignari posse, præter aeris seipsum a compressione liberantis impetum; ex quo sequitur aut fuisse aliquid spatii vacui, aut plura corpora in eodem esse posse loco; quorum posterius est absurdum, prius ergo, nimirum dari vacuum, verum est.

Argumentum hoc duobus in locis infirmum est; in quorum altero assumitur id quod non est concedendum; in altero adducitur experimentum, quod mihi quidem videtur vacuo repugnare. Assumitur autem aerem per fistulam exire non posse; attamen videmus quotidie aerem facile ascendere a fundo ad superficiem fluminis; indicant ita fieri assurgentes bullæ; nec motore indiget alio, quam ipso aquæ conatu deorsum naturali. Quare ergo non possit aquæ per injectionem acquisitus conatus sursum, qui conatus sursum major est quam conatus aquæ deorsum naturalis, efficere ut aer, qui est in vase, obstantem aquam similiter penetret? præsertim cum aqua, prout in vase assurgit, aerem superpositum ita urgeat, ut conatum ipsi ingeneret ex omni parte versus fistulæ superficiem exteriorem, et proinde

PARS IV. 26.

Alia quædam argumenta ad vacuum ponendum invalida.

conatum omnium inclusi aeris partium, per viam brevissimam, versus foramen quod est in B. Hæc inquam tam manifesta sunt, quam quod aer, a fundo fluminis eructatus, per aquam penetret cujuscunque altitudinis. Nondum ergo video causam ullam, quare quo tempore aqua injicitur, non possit aer eodem tempore et eadem via, ab ea vi injiciente ejici.

Quod autem vacui necessitatem a rejectione aquæ arguere volunt; quæro primo, posito vacuo, quo principio motus ejectio illa fiat? Motus quidem ille ab intra ad extra fieri non potest nisi ab agente intra vas, id est, ab ipso aere. Aeris autem illius motus, quem habet ab insurgente aqua, a fundo incipit, ad summum tendit; motus autem, quo aquam ejicit, a summo incipere debet et tendere ad fundum. Unde igitur in aere incluso oritur conatus versus fundum? Quid hic dici possit, nisi quis aerem ad expellendam aquam descendere ultro dicat, non intelligo: quod quia absurdum est, habeatque aer post infusam aquam tantum loci, quantum ejus postulat magnitudo, nulla omnino causa erit quare ejiceretur aqua. Pugnat ergo vacui assertio cum ipso, quod ad asserendum vacuum adducitur, experimento.

Multa alia ad probandum vacuum phænomena afferri solent, ut thermometra, æolipylæ, sclopeti ventanei; quæ quidem, si aeri pervia aqua non esset, sine loci inanis admissione difficillime salvari possent. Nunc autem, cum aer nec magno conatu, non modo per aquam, sed etiam per quodvis aliud contumacissimum liquidum, qualis est hydrargyrus, permeare possit, nihil probant. Veruntamen rationis est, ut is, qui vacuum sublaturus est, prædic-

torum phænomenōn alias si non probabiliores saltem æque probabiles, absque vacuo, ostendat nobis causas. Id vero fiet in sequentibus, suo quidque loco; sed prius totius physicæ statuendæ sunt hypotheses generalissimæ.

PARS IV. 26.

Alia quædam argumenta ad vacuum ponendum invalida.

Quoniam autem hypotheses sunt positæ pro veris effectuum apparentium causis, necesse est, nisi absurda sit hypothesis, ut eà consistat in aliquo supposito motu possibili. Quies enim nullius rei causa efficiens esse potest. Motus autem supponit corpora mobilia, quorum tria sunt genera: fluida, consistentia, et ex his mista. Et fluida sunt, quorum partes separari a se invicem levissimo conatu possunt; consistentia vero, ad quorum partium diremptionem vis adhibenda major est. Sunt itaque consistentiæ gradus, qui gradus, prout comparantur cum magis minusve consistentibus, modo mollities modo durities nominantur. Fluidum ergo est semper divisibile in æque fluida, ut quantitas semper in quantitates, et mollia, in quocunque gradu, in mollia ejusdem gradus. Multi tamen fluoris nullam intelligere videntur differentiam, nisi quæ oritur ex differentia magnitudinis partium, quemadmodum, ut videtur, pulvis adamantinus fluidus dici possit. Ego vero fluorem intelligo a natura factum in omni simul fluidi parte, non ut fluit pulvis, (sic enim ruitura domus fluida appellaretur), sed ita ut videtur diffluere aqua in partes perpetuo fluidas. Hoc intellecto, venio ad hypotheses.

5. Suppono ergo primo loco spatium immensum, quem vocamus mundum, aggregatum esse ex corporibus, consistentibus quidem et visibilibus, terra et astris; invisibilibus autem, minutissimis

Ad salvanda naturæ phænomena hypotheses sex.

PARS IV. 26.

Ad salvanda naturæ phænomena hypotheses sex.

atomis, quæ per terræ et astrorum intervalla disseminantur; et denique ex fluidissimo æthere, locum omnem, quicunque est in universo, reliquum ita occupante, ut locus nullus relinquatur vacuus.

Secundo suppono cum Copernico, corpora mundi majora et consistentia, eademque permanentia suum habere inter se ordinem, ut sit primus Sol, secundus Mercurius, tertia Venus, quarta cum ipsam circumeunte luna Tellus, quintus Mars, sextus cum satellitio suo Jupiter, septimus Saturnus, deinde, in diversis a sole distantiis, stellæ fixæ.

Tertio suppono non modo soli, sed etiam terræ, et planetis singulis inesse et semper infuisse motum circularem simplicem, ipsorum naturis coævum.

Quarto suppono corpora aliqua esse interspersa corpori æthereo, non fluida, sed adeo parva ut sentiri non possint, et ea quoque mota motu proprio simplice, et esse alia minus, alia magis dura sive consistentia.

Quinto suppono cum Keplero, esse ut distantia solis a terra ad distantiam lunæ a terra, ita distantiam lunæ a terra ad terræ semidiametrum.

Quod autem ad magnitudinem circulorum, et tempora in quibus a corporibus, quæ in ipsis sunt, describuntur, ea supponam quæ ipsis phænomenis, de quibus erit quæstio, maxime videbuntur convenire.

Causæ redduntur possibiles motus annui et diurni, et apparentis directionis, stationis,

6. Causas diversarum anni tempestatum, omnisque dierum noctiumque varietatis per totam telluris superficiem, ex supposita diurna terræ revolutione circa axem proprium, una cum ejusdem

et retrogradationis planetarum.

motu annuo per eclipticam in signorum consequentia circa solem, et tertio ejusdem telluris annua super centrum proprium revolutione in antecedentia, demonstravit post Copernicum, Keplerus, Galilæus, aliique. Supponimus nos cum Copernico revolutionem diurnam a motu terræ esse quo describitur circa terram circulus æquinoctialis. Motus autem duo cæteri, uterque annuus, efficiunt ut terra in ecliptica ita circumferatur, ut axis terræ semper sibi teneatur parallelus; qui parallelismus ob eam rem introductus est, ne ex telluris revolutione annua, etiam poli ejus necessario, contra experientiam, circa solem circumferri viderentur. Nos autem ex supposito motu solis circulari simplice, fore demonstravimus, cap. XXI. art. 10, ut terra ita moveatur circa solem, ut axis ejus semper sibi teneatur parallelus. Ex duobus igitur suppositis in sole motibus, altero circulari simplice, altero circulari circa centrum proprium, demonstrari possunt eædem anni dierumque et noctium varietates, quæ a Copernico demonstratæ sunt. Etenim si (in fig. 3) circulus *a b c d* sit ecliptica, cujus centrum *e*, diameter *a e c*, terra in *a*; sol autem moveatur in circello *f g h i*, nempe per *f*, *g*, *h*, *i*: demonstratum est quod corpus positum in *a*, movebitur eodem ordine per puncta eclipticæ *a*, *b*, *c*, *d*, axemque suum semper sibi tenebit parallelum.

Quod si, ut supposuimus, etiam terra moveretur motu circulari simplice in plano per *a*, secante planum eclipticæ, ita ut communis sectio utriusque plani sit in *a c*; etiam sic telluris axis tenebitur semper sibi parallelus. Moveatur enim terræ centrum in circumferentia epicycli, cujus diameter

l a k, pars rectæ *l a c*. Ejus ergo epicycli diameter *l a k*, transiens per centrum terræ, erit in plano eclipticæ. Quoniam ergo tum in motu telluris simplice per eclipticam, tum per epicyclum; recta *l a k* semper tenetur sibi parallela; etiam quælibet alia recta in corpore telluris sumpta, et proinde axis ejus semper tenebitur sibi parallelus. Itaque in qua parte cunque eclipticæ reperietur centrum epicycli, et in quacunque parte epicycli eodem tempore reperiatur centrum terræ, axis terræ parallelus erit loco, ubi idem axis fuisset, si terræ centrum nunquam eclipticam deseruisset.

Sicut autem ex supposito motu solis simplice demonstravimus motum annuum terræ simplicem, ita ex supposito motu simplice terræ demonstrari potest motus menstruus lunæ simplex. Erit enim, mutatis nominibus, eadem omnino, ideoque non repetenda demonstratio.

Suppositio motus simplicis unde fit verisimilis.

7. Suppositionem hanc lationis solaris (in epicyclo *f g h i*) simplicis, verisimilem in primis facit quod planetarum omnium periodi non modo circa solem, sed etiam ita circa solem describantur, ut contineantur omnes intra zodiacum, id est, intra latitudinem graduum circiter 16; nam hoc ut fiat in causa videtur virtus aliqua in ipso sole, et potissimum in ea quæ zodiacum spectat solis parte: secundo, quod in toto cœlorum ambitu, quod talis phænomeni probabiliter accusari potest, aliud corpus nullum appareat; deinde quod tot et tam varii motus planetarum nullam haberent alius ab alio derivationem, in animum inducere non poteram. Posita autem in sole virtute motrice, ponitur et motus; nam virtus motrix præter motum nulla est.

PARS IV. 26.

Suppositio motus simplicis unde fit verisimilis.

Supposui ergo tam in sole ad regendos planetas primarios, quam in tellure ad regendam lunam, talem motum qualem planetæ primarii et luna recipientes, ita ut apparent apparere debeant necessario. Huic autem rei motus ille circularis circa axem manentem, quæ conversio dicitur, et qui totius corporis motus non est, sed partium, idoneus non est. Cum enim quod sic movetur, nullum ad partes extra circulum positas conatum habeat, nullo modo ad corpora extra circulum posita conatum propagabunt. Illi vero, qui fieri hoc supponunt per vim magneticam, vel per species incorporeas, seu immateriatas, causam physicam non supponunt, immo vero nil supponunt, quia movens incorporeum nullum est; et vis magnetica quæ sit ignoratur, et quando erit cognita, invenietur esse motus corporis. Restat ergo ut planetæ primarii, si a sole circumferantur, et luna, si a terra, circumlationis causas habeant solis et terræ motus circulares simplices. Sin non a sole et terra circumferantur, sed planeta suum quisque corpori coævum motum habeat, causa eorum motuum physica nulla erit. Nam vel corporibus suis concreati sunt, itaque causam habent supernaturalem: vel coæterni, et sic omnino causam habent nullam; æterni enim generatio nulla est. Accedit præterea ad motus hujus simplicis probabilitatem confirmandam, quod cum omnes fere docti opinioni Copernicanæ circa parallelismos axis telluris hodie suffragentur, verisimilius, aut saltem concinnius id fieri videbatur per motum circularem simplicem quam per duos motus, alterum in ecliptica, alterum circa axem terræ proprium priori contrarium, neutrum autem simplicem, neutrum

PARS IV. 26.

talem ut a motu ullo solis produci posset. Hanc igitur motus simplicis hypothesin visum est retinere; et quorum phænomenῶn causas ab illo derivare possem, eas derivare; cætera quæ inde deducere non possem, non attingere.

Objicietur fortasse, quod etsi, per hypothesin talem, parallelismi axis terræ aliarumque multarum rerum apparentium ratio reddi possit, cum tamen id fiat per collocationem corporis solaris in centro orbis, quem describit terra motu annuo, ipsa hypothesis falsa est, cum orbis annuus soli sit excentricus. Videamus ergo primo loco quæ sit et unde oriatur illa excentricitas.

Causa excentricitatis motus terræ annui.

8. Sit ergo (in eadem fig. 3) circulus terræ annuus *a b c d* divisus quadrifariam a rectis *a c*, *b d*, secantibus se mutuo in centro *e*: sitque *a* initium libræ, *b* capricorni, *c* arietis, *d* cancri: intelligaturque cum Copernico totum orbem *abcd* tantum distare undequaque a signifero fixarum, ut sit totus respectu distantiæ tantæ instar puncti. Supponatur jam terram esse in initio libræ ad *a*, videbitur ergo sol in initio arietis ad *c*. Mota ergo terra ab *a* ad *b*, videbitur sol moveri a *c* ad initium cancri in *d*, et promota terra a *b* ad *c*, videbitur sol promotus esse ad initium libræ in *a*. Est ergo *c d a* arcus æstivus, *a b c* hybernus. Dum autem videtur sol morari in arcu æstivo, fiunt dies $186\frac{3}{4}$; totidem ergo conversiones diurnæ fiunt a terra in arcu *a b c*; quare eadem terra, dum percurrit arcus *c d a*, faciet diurnas conversiones tantum $178\frac{1}{2}$. Major ergo debet esse arcus *a b c* arcu *c d a* diebus $8\frac{1}{4}$, id est, gradibus fere totidem: sit *a r* arcus graduum $2\frac{1}{16}$, et arcus *c s* totidem. Major ergo est arcus *r b s* semicirculo *a b c* gradibus $4\frac{1}{8}$;

idemque major arcu *s d r* gradibus $8\frac{1}{4}$; quare in punctis *r* et *s* contingunt æquinoctia. Quando ergo terra est in *r*, videbitur sol in *s*; erit ergo solis locus verus in *t*, id est, extra centrum orbitæ telluris tantum, quantus est sinus arcus *a r*, id est, sinus graduum 2, min. 16. Is autem sinus, posito radio 100,000, erit earum partium 3,580 prope; tanta ergo est orbitæ telluris excentricitas, si modo terræ orbita sit circulus; et puncta æquinoctiorum sunt *s* et *r*; et rectæ *s r*, *c a*, protractæ utrinque usque ad signiferum fixarum, incident in easdem fixas, propterea quod totus orbis *a b c d*, respectu distantiæ fixarum, nullam supponitur habere magnitudinem.

PARS IV. 26.

Causa excentricitatis motus terræ annui.

Restat jam ut, supposito sole in *t*, ostendam causam quare terra, quando motu annuo invenitur in *d*, proprior soli est quam quando est in *b*; quam causam arbitror esse hanc. Existente terra in initio capricorni ad *b*, apparet sol in initio cancri ad *d*. Est ergo eo tempore media æstas; at media æstate soli obvertitur telluris pars borealis, in qua maxima pars est arida continens Europam totam et multo maximam partem Asiæ et Americæ. Quando vero terra est in initio cancri ad *d*, fit media hyems, et obvertitur soli terræ pars ea, quæ continet magna maria Australe et Indicum, quæ multo majora sunt quam qui sunt in eodem hemisphærio tractus terræ aridæ. Quare (per cap. XXI. artic. ult.) terra in *d* accedet ad primum movens, id est, ad solem, qui est in *t*. Proprior ergo est terra soli, existens in *d*, id est, media hyeme, quam existens in *b*, id est, tempore æstivo. Est igitur sol tempore hyberno perigæus, tempore æstivo apogæus. Ostendimus ergo excen-

PARS IV. 26.

tricitatis terræ causam possibilem. Quod erat faciendum.

Consentio ergo Keplero, in eo quod ille excentricitatem terræ alicui ipsius terræ partium differentiæ attribuit; quarum partium alteram soli amicam, alteram supponit inimicam. In eo autem dissentio, quod hoc fieri ille putat per virtutem magneticam. Virtutem autem magneticam illam sive attractionem et abactionem terræ fieri arbitretur per species immateriatas. Hoc autem fieri non potest, propterea quod nihil movet nisi corpus motum et contiguum. Nam si corpori quiescenti contigua corpora non moveantur, ipsum desinere quiescere incogitabile est: quod et demonstratum est, cap. IX. art. 7, et alias supra sæpius inculcatum, eo fine, ut velint tandem philosophi connexione hujusmodi vocabulorum ἀδιανόητῳ uti desinere. In eo etiam ab illo dissentio, quod corporum mutuæ attractionis causam esse dicat ipsorum corporum cognationem: nam si hoc esset, non video quare ovum ab ovo non attraheretur. Si qua ergo inter solem et partem terræ unam quam aliam major intercedat amicitia, consistet ea in eo, quod altera pars aquea, altera arida sit; ex quo contingit, ut modo demonstratum est, magis accedere terram ad solem quando a sole illuminatur pars aquea, quam quando arida.

Causa quare lunæ facies terræ semper obvertitur eadem.

9. Facit hæc telluris excentricitas, ut orbita ejus annua perfectus circulus non sit, sed linea vel elliptica vel certe fere elliptica; neque axem terræ teneri semper sibi exacte parallelum, sed in punctis tantum æquinoctialibus.

Quoniam autem ut terram a sole, ita lunam a terra circumferri dicimus, terra autem ita circuit

solem, ut modo unum, modo alterum sui hemisphærium soli ostendat, quærenda causa est quare lunæ facies terræ obvertitur semper eadem.

Causa quare lunæ facies terræ semper obvertitur eadem.

Sit ergo (in fig. 4) circellus, in quo movetur sol motu simplice *f g h i*, cujus centrum *t*, sitque terræ orbita annua ♈ ♋ ♎ ♑, et *a* initium libræ. Circa punctum *a* describatur circellus *l k*, in quo intelligatur moveri centrum terræ motu simplice, et utrumque solem et terram moveri secundum signorum ordinem. Centro *a* describatur orbita lunæ *m n o p*; sitque *q r* diameter circuli secantis globum lunæ in duo hemisphæria, quorum alterum a nobis conspicitur in plenilunio, alterum a nobis avertitur; erit igitur diameter lunæ *q o r*, rectæ *t a* perpendicularis. Fertur ergo luna, propter motum terræ, ab *o* versus *p*, sed eodem tempore si esset in *p* ferretur, propter motum solis, a *p* versus *o*. Itaque a duobus in contraria moventibus rotabitur recta *q r*, et in quadranta quidem circuli *m n o p*, tantum quanta est rotationis integræ pars quarta; existente ergo luna in *p*, erit *q r* parallela rectæ *m o*. Secundo, propter motum terræ, quando luna est in *m*, erit *q r* in ipsa *m o*; accedente ergo motu solis agente per quadrantem *p m*, conversa erit *q r*, tantum quanta est alia quarta pars conversionis totius. Existente ergo luna in *m*, erit *q r* rectæ *o m* perpendicularis. Eadem ratione luna existente in *n*, erit *q r* rectæ *m o* parallela; et redeunte luna ad *o* redibit *q r* ad locum primo sumptum, et corpus lunæ in una periodo faciet unam quoque conversionem super axem proprium; quo facto manifestum est eandem semper lunæ faciem obverti terræ. Quod si *q m* esset diameter circelli, in quo ferretur luna motu simplice, idem tamen

sequeretur; nam sine actione solis diameter quælibet lunæ ferretur semper sibi parallela. Reddidimus ergo causam possibilem quare telluri eadem semper obvertitur lunæ facies.

Notandum autem est quod non eandem præcise faciem semper videmus, tunc quando luna est extra eclipticam; propterea quod nil videmus nisi illuminatum; sed pars illuminata et pars nobis obversa extra eclipticam nunquam est exacte eadem.

Causa æstuum oceani.

10. Ad tres motus simplices, unum solis, alterum lunæ, tertium terræ in circellis propriis *f g h i*, *l k*, et *q r*, una cum conversione terræ diurna, qua conversione necessario circumferuntur omnia ea quæ superficiei ejus innituntur, referri possunt phænomena circa oceani æstus tria. Quorum primum est, elevationis et depressionis aquarum ad litora alternationes duæ in spatio quatuor viginti horarum et minutorum fere quinquaginta duorum; eæque per omne ævum constantes: secundum, quod in noviluniis et pleniluniis elevationes aquæ fiunt quam intermedio tempore majores: tertium, quod, existente sole in æquinoctiali, augeantur adhuc amplius. Ad quæ phænomena salvanda habemus jam quatuor motus ante memoratos. Assumendum autem est, quod pars terræ, quam dicunt Americam, aquis exerta, et a septentrione in austrum per totum fere semicirculum extensa, aquarum motui objiciatur.

His datis, sit in eadem fig. 4, ubi *l b k c* supponitur esse in plano orbitæ motus lunaris menstrui, descriptus eodem centro *a* circellus *l d k e* in plano æquinoctialis. Is ergo circellus declinabit a circello *l b k c* in angulo graduum fere $28\frac{1}{2}$, nam declinatio maxima eclipticæ est graduum $23\frac{1}{2}$, cui

additi gradus quinque, pro maxima ab ecliptica declinatione lunæ, fiunt gradus $28\frac{1}{2}$. Quoniam jam moventur aquæ, quæ sunt subter orbitam lunæ, una cum terra, id est, cum fundo aquarum, propter motum terræ simplicem in plano orbitæ lunaris motum fundi neque antevertentes neque ab eo præventæ; accedente motu diurno, quo aquæ aliæ, quæ sunt subter æquinoctialem, moventur eodem ordine, et secantibus se mutuo orbita lunari et æquinoctiali; aquæ ambæ tam quæ sunt sub orbitam lunæ, quam quæ sunt sub æquinoctialem, concurrent sub æquinoctialem, et proinde non modo motus eorum motum fundi antevertet, sed et ipsæ aquæ elevatiores erunt, quoties terra est in æquinoctiali. Quæcunque ergo æstuum causa alia sit, tamen ab hac causa iidem tunc temporis augebuntur.

PARS IV. 26.

Causa æstuum oceani.

Rursus, quoniam supposuimus lunam circumferri a motu terræ simplice in circello *l b k c*, et demonstratum est cap. XXI. art. 4, ea, quæ moventur a re motu simplice mota, moveri omnia eadem velocitate, centrum terræ eadem feretur velocitate in circumferentia *l b k c*, qua fertur luna in circumferentia *m n o p*. Tempus ergo circumlationis lunæ in *m n o p*, est ad tempus circumlationis terræ in *l b k c*, ut ipsa circumferentia *m n o p* ad circumferentiam *l b k c*, id est, ut *a o* ad *a k*. Sed *a o* observata est esse ad semidiametrum corporis terræ, ut 59 ad 1. Faciet ergo terra, si semidiameter terræ statuatur *a k*, circuitus 59 in *l b k c*, dum luna facit circuitum unum, nempe menstruum, in *m n o p*. Facit autem luna circuitum menstruum in diebus 29, paulo amplius. Quare terra faciet circuitum per circumferentiam

PARS IV. 26.

Causa æstuum oceani.

lbkc in horis 12 paulo amplius, nempe min. fere 26, id est, circuitus faciet duos in horis 24, minutis fere 52. Tantum autem observatum est esse ab æstu summo ad æstum summum diei sequentis. Objecta ergo aquarum cursui pars Americæ Australis faciet interrumpi earum motum ad litora Americæ Australis, et, per consequens, in illis locis elevari aquas, et rursus propria gravitate residere, bis in spatio 24 horarum et minutorum 52. Reddidimus ergo causam possibilem reciprocationis oceani diurnæ. A tumore oceani in illis terræ partibus, nascuntur maris Atlantici, Hispanici, Britannici, et Germanici accessus et recessus, maris stati quidem, sed pro varietate litorum in diversis diei horis; et aliquanto etiam aucti, propter objecta litora Simensium et Tartarorum, ubi surgentis aquæ pars divertitur per fretum Anian in mare Septentrionale redundatque in mare Germanicum a parte boreali.

Causa autem quare maxime tumescit mare in noviluniis et in pleniluniis, est motus ille, quem sibi proprium et simplicem etiam lunæ ab initio ex hypothesi attribuimus. Cujus motus in sole et luna poli sunt iidem cum polis æquinoctialis. Quo supposito, sequitur, quoniam sol, luna et terra in omnibus noviluniis et pleniluniis sunt in eadem fere recta linea, ut motus hic terræ velocior fiat in noviluniis et pleniluniis quam in quadrantibus. Nam motus hic solis et lunæ communicatus terræ motum illius similem necessario auget, maxime tamen cum sunt in eadem linea recta; id quod contingit in noviluniis et pleniluniis solis.

Causa præcessionis æquinoxiorum.

11. Ad causam explicandam præcessionis annuæ punctorum æquinoctialium, meminisse oportet

Causa præcessionis æquinoxiorum.

ostensum esse telluris orbitam annuam non esse circumferentiam circuli, sed ellipseos, vel ab ellipsi insensibiliter differentis; ea igitur imprimis delineanda est.

Itaque (in figura quinta) descripta ecliptica ♎ ♑ ♈ ♋ a duabus rectis *a b*, ♑ ♋ sese mutuo secantibus in centro *c*, secta quadrifariam: sumptoque arcu *b d* graduum 2, minutorum 16, ducatur recta *d e* ipsi *a b* parallela secans ♑ ♋ in *f*, eritque terræ excentricitas *c f*. Quoniam ergo telluris orbita est circumferentia ellipseos, et ♑ ♋ axis ejus major, non erit *a b* axis minor, cum *a b*, ♑ ♋ sint inter se æquales. Aut ergo terra transiens per *a* et *b*, transibit supra ♑, ut in *g*, aut transiens per ♑, cadet inter *c* et *a*. Utrumvis autem statuatur nihil refert. Transeat ergo terra per *g*, et sumatur *g l* æqualis rectæ ♑ ♋, divisaque *g l* bifariam in *i*, erit *g i* æqualis ♑ *f*, et *i l* æqualis *f* ♋, et proinde punctum *i* secabit excentricitatem *c f* bifariam. Et sumpta *c h* æquali *i f*, erit tota excentricitas *h i*. Ducatur per *i* recta quæ sit rectis *a b*, *e d* parallela, nempe ♎ *i* ♈, eritque via solis æstiva ♎ *g* ♈ major itinere hyberno gradibus $8\frac{1}{2}$; vera ergo æquinoctia sunt in recta ♎ *i* ♈. Ellipsis ergo motus annui non transit per *a*, *g*, *b*, *l*, sed per ♎, *g*, ♈, *l*. Ea ergo est telluris orbita annua, nec, salva excentricitate, ulla alia. Atque hæc forte ratio est, quare Keplerus contra sententiam omnium ante se astronomorum excentricitatem telluris, sive, secundum veteres, solis, bisecandam esse existimavit; non tamen diminuta quantitate excentricitatis, quæ tanta habenda est, quantam eam prodit esse arcuum æstivi et hyberni differentia; sed sumendo centrum eclipticæ magni

PARS IV. 26.

Causa præcessionis æquinoxiorum.

orbis *c* propius ad *f*, atque adeo totum orbem magnum propiorem faciendo ad eclipticam fixarum versus ♋ tanto, quanta est recta *c i*. Nam cum totus orbis magnus sit instar puncti ad immanem distantiam fixarum, tam recta ♎ ♈ quam recta *a b* in eadem puncta incident sphæræ fixarum, nimirum productæ hinc ad initium Arietis, inde ad initium Libræ. His positis, sit terræ diameter *m n* in plano suæ orbitæ. Ea, si terra moveretur in circulo eclipticæ a motu solis simplice circa centrum *i*, teneretur sibique et rectæ *g l* semper parallela; quare nunc, cum feratur per circumferentiam ellipseos extra eclipticam, punctum *n* in toto itinere per ♎ ♑ ♈ procedet in minore circulo, quam punctum *m*, et proinde parallelismum cum recta ♑ ♋ statim ut incipit moveri, amittet, ita ut *m n* producta rectam *g l* productam tandem secatura sit. Et vice versa, statim ac *m n* præterierit ♈, eadem *m n*, ambulante terra in elliptica linea interna ♋ *l* ♎, producta ad partem *m* rectam *l g* productam secatura sit. Cumque terra totam fere orbitam transierit, faciet rursus *m n* cum recta a centro *i* angulum rectum, paulo citra locum unde moveri cœpit. Ibi ergo proximo anno erit ♎ punctum æquinoctiale unum, nimirum prope finem ♍, alterum ex adverso erit sub finem ♓. Atque ita quotannis relabuntur puncta, in quibus dies noctesque fiunt æquales. Est autem motus ille tardus, quippe quod anno integro relapsus sit solummodo minutorum primorum 51: qui relapsus, cum fiat contra ordinem signorum, appellari solet præcessio æquinoctiorum; cujus causam ex ante suppositis reddidimus possibilem: quod erat faciendum.

Juxta ea quæ diximus supra de causa excen-

Causa præcessionis æquinoxiorum.

tricitatis terræ, item juxta Keplerum, qui pro causa excentricitatis supponit partem terræ alteram soli amicam, alteram inimicam, oporteret apogæum et perigæum solis eodem ordine et eadem velocitate quotannis moveri, quo moventur puncta æquinoctialia, et ab iis distare semper quadrante circuli. Hoc autem fieri non videtur, cum dicant astronomi æquinoctia recessisse jam, alterum 28 gradus a prima stella arietis, alterum tantundem ab initio libræ; quare apogæum solis, sive terræ aphelium deberet esse in gradu 28 cancri. Putatur tamen esse in gradu 7. Cujus rei causa esse potest, quod sol cum longissime distat a terra, id est, cum est in apogæo, terram minus fortiter movet, unde fit ut dies naturales longiores sint æstate quam hieme. Quoniam ergo astronomi solis apogæum investigant per numerum dierum et horarum quasi per totum annum æqualium, falli potuerunt, et apsides putare plus distare a punctis æquinoctialibus quam quadrante circuli; quanquam fieri id videtur non posse, cum motus absidum sequatur necessario puncta æquinoctialia.

Similiter, excentricitatum Saturni, Jovis, Martis, Mercurii, causas non attingo. Cum tamen excentricitas terræ oriri possit, ut ostendimus, a dissimili natura facierum terræ soli alternatim obversarum, credibile est dissimiles quoque esse illis facies, quibus similes in ipsis effectus producantur.

Atque hæc dicta sint de physica syderea; quorum phænomena etsi non oriantur a causis quas supposui, eas tamen suppositas ad talia phænomena producenda idoneas esse demonstravimus, ut erat ab initio propositum.

CAPUT XXVII.

DE LUCE, CALORE, ET COLORIBUS.

1. De immensa magnitudine, quorundam corporum, et aliorum ineffabili parvitate.—2. De causa lucis solaris.—3. Quo modo lux calefacit.—4. Generatio ignis a sole.—5. Generatio ignis a collisione.—6. Causa lucis in cicindelis, in ligno putri, in calce Bononiensi.—7. Causa lucis in concussione aquæ marinæ. 8. Causa flammæ, scintillæ, colliquationis.—9. Causa quare fœnum madidum aliquando sua sponte accenditur; item causa fulguris. — 10. Causa virium pulveris tormentarii; quidque carboni, quid sulphuri, quid nitro tribuendum sit.—11. Calor quomodo fit ex affrictu.—12. Distinctio lucis in primam, secundam, &c.—13. Colorum rubri, flavi, cærulei, violacei per prisma spectatorum causæ.—14. Quare luna et stellæ apparent in horizonte rubicundiores et majores quam in medio cœlo. 15. Causa albedinis.—16. Causa nigredinis.

PARS IV. 27.

De immensa magnitudine quorundam corporum, et aliorum ineffabili parvitate.

1. PRÆTER astra, de quorum motu modo dictum est, quæcunque in universo corpora reliqua sunt uno nomine *intersideralium* comprehendi possunt. Sunt autem ea, ex hypothesi, vel æther fluidissimus vel corpora quorum partes cohæsionem habent aliquam. Ea autem inter se differunt consistentiis, magnitudinibus, motibus, et figuris. Et consistentia quidem suppono alia duriora, alia molliora esse per omnes tenacitatis gradus: magnitudine item alia majora, alia minora, pleraque autem ineffabiliter exigua. Meminerimus enim quantitatem intellectu quidem divisibilem esse in semper divisibilia; ideoque si homo quantum intellectu, tantum et manu posset, eundem a qualibet data magnitudine partem qualibet magnitudine data minorem auferre valiturum esse. At vero universi

De immensa magnitudine quorundam corporum, &c.

conditor omnipotens, in quantum nos rem quamlibet divisibilem esse intelligimus, in tantum partem ejus a parte actu avellere potest. Nulla ergo corporis exiguitas impossibilis est. Quid autem est quod impedit ne idem sit etiam verisimile? Esse enim animalcula quædam scimus adeo exigua, ut cerni vix possint tota; habere tamen et ipsa suos embryones, suas venulas aliaque vascula, suosque ocellos nullo microscopio perceptibiles; adeo ut nullam magnitudinem supponere tam exiguam valeamus, quin a natura ipsa suppositio nostra superetur. Accedit quod microscopia hodie vulgo fiunt talia, ut res per ea spectatæ plus quam centies millies majores appareant, quam oculo inermi viderentur. Neque dubitari potest, quin aucta potentia microscopii (nam augeri potest quousque non deficit materia manusque artificum) quælibet illarum partium centummillesimarum major adhuc quam ante appareret centies millies. Neque magis est mirabilis aliquorum corporum exiguitas, quam aliorum ingens magnitudo. Ejusdem enim infinitæ potentiæ est infinite augere et infinite minuere. Facere ut orbis magnus, nempe cujus radius extenditur a terra ad solem, sit instar puncti ad distantiam solis ad stellas fixas; et contra, facere corpus tam exiguum, ut eadem proportione minutius sit quam quodlibet visibile, ejusdem est Naturæ Authoris. Illud autem de immensa fixarum distantia, quod longo tempore pro incredibili habebatur, nunc credunt docti fere omnes. Quid ni ergo illud alterum, de quorundam corporum parvitate, credibile futurum est aliquando? Etenim in parvis et magnis Majestas Divina eadem est; utque in

PARS IV. 27.

De immensa magnitudine quorundam corporum, &c.

magnitudine universi, ita in exilitate partium ejus sensus humanos æque superat. Siquidem in compositionibus elementa prima, in actionibus primæ aggressiones, in temporibus prima momenta, non minus credibilia sunt quam ea quæ nunc creduntur de distantia fixarum. Agnoscunt mortales magna esse quædam, etsi finita, ut quæ vident ita esse; agnoscunt item infinitam esse posse magnitudinem eorum quæ non vident; medium vero esse inter infinitum, et eorum quæ vident cogitantve maximum, non statim nec nisi multa eruditione persuadentur. Sed cum post meditationem et contemplationem multa hujusmodi dictu mirabilia familiariora fiunt, tunc credentes admirationem transferimus ab operibus ad Opificem. Sed quantulacunque corpora aliqua esse possint, nos eorum quantitatem non minorem supponemus, quam phænomena ipsa postulabunt. Similiter statuemus de eorum motu, velocitate inquam et tarditate, et de varietate figurarum, nimirum, tantas eas supponemus quantas exiget causarum naturalium explicatio. Denique in partibus puri ætheris, tanquam in materia prima, motum præter illum, quem habet ab innatantibus sibi corporibus non liquidis, suppono esse nullum.

De causa lucis solaris.

2. His suppositis, accedamus ad causarum dictiones; et inquiramus primo loco causam lucis solaris. Quoniam ergo corpus solare motu simplice circulari circumstantem æthercam substantiam modo ud unam, modo ad aliam partem a se rejicit, ita ut, quæ partes proximæ soli sunt, motæ ab ipso sole, proxime remotiores rursus urgeant, necesse est ut in quacunque distantia positi oculi prematur tandem pars anterior, et ea parte pressa propagetur

motus ad intimam organi visorii partem cor. A motu autem cordis reagentis oritur, per eandem retro viam, conatus desinens in conatu, versus exteriora, tunicæ quæ vocatur retina. Sed conatus iste ad exteriora (ut supra, cap. XXV. definitum est) illud ipsum est quod vocatur lumen sive phantasma lucidi; nam propter hoc phantasma est, quod objectum vocatur lucidum. Habemus ergo lucis solaris causam possibilem; quam suscepimus invenire.

Quo modo lux calefacit.

3. Lucis solaris generationem comitatur generatio caloris. Calorem autem in se ipso quidem unusquisque, dum calescit, sentiendo cognoscit; in aliis autem rebus per ratiocinationem. Aliud enim est calescere, aliud calefacere. Itaque ignem vel solem calefacere deprehendimus; quod caleat non deprehendimus. Quod quidem animalia, dum calefaciunt, calent, ex similitudine nostri ratiocinando inferimus, sed non necessario. Nam etsi recte dicatur *animal calefacit, ergo calet*, non ideo recte infertur *ignis calefacit, ergo calet*. Qui magis enim, quam *ignis dolere facit, ergo dolet?* Calidum ergo id proprie et solum dicendum est, quod sentientes nos calescimus, et necessario.

Calescentes autem comperimus spiritus, sanguinem et quicquid in corporibus nostris fluidum est, ab interioribus partibus ad exteriora pro gradu caloris magis minusve evocari cutemque intumescere. Itaque si quis evocationis tumescentiæque hujus causam possibilem reddiderit, cæterisque caloris phænomenis consentaneam, is caloris solaris causam reddidisse censendus est.

Ostensum est, (cap. XXI. art. 5) ita commoveri

PARS IV. 27.

Quo modo lux calefacit.

a motu solis circulari simplice medium fluidum, quem vocamus aerem, ut omnes ejus partes, usque ad minimas, loca sua inter se perpetuo commutent; quam locorum mutationem nominavimus fermentationem. Ex ea fermentatione aeris fieri posse elevationem aquæ in nubes, demonstravimus. Simili modo, e corporibus nostris partes fluidas ab internis ad externa educi posse ab eadem fermentatione, ostendemus nunc. Quoniam enim, ubi medium liquidum corpori cujuslibet animalis contiguum est, ibi partes ejus medii, mutatis locis, perpetuo a se invicem avelluntur, necesse est ut partes animalis medio contiguæ in diremptarum partium intervalla conentur ingredi. Alioqui, diremptis, cum suppositum sit non dari locum vacuum, locus esset nullus. Id ergo, quod in partibus animalis medio contiguis est maxime fluidum et separabile, egredietur primo; deinde egressi locum subeunt partes illæ, quæ per cutis poros maxime sunt transpirabiles. Cæteras ergo partes, quæ non divelluntur, necessarium est ita tota moveri mole, ut loca omnia compleantur. Id quia fieri a tota simul mole, nisi partes circumstantis discessurientisque aeris comprimente, non potest, aer a tota mole comprimitur; moles ergo corporis, tota simul ea via conans, intumescit. Causa ergo caloris a sole reddita est possibilis: quod erat faciendum.

Generatio ignis a sole.

4. Vidimus jam quomodo lux, et quomodo calor generatur: calor quidem ex eo, quod in motu medii simplice partes cum partibus loca commutent: lux autem ex eo, quod in eodem motu simplice propagetur actio per lineam rectam. Quando vero subjectum aliquod talem in se motum partium

PARS IV. 27.

Generatio ignis a sole.

habet, ut sensibiliter calefaciat et simul luceat, tunc est quod generari ignem dicimus. Per ignem autem intelligimus non corpus aliquod a materia combustibili vel candescente, puta ligno, ferrove distinctum; sed ipsam materiam, non quidem simpliciter et semper, sed tunc quando et splendet et calefacit. Quisquis ergo causam reddiderit possibilem cæterisque phænomenis consentaneam, cur et qua actione utrumque simul fiat, splendere et calefacere, is generationem ignis possibilem explicasse censeri debet.

Sit ergo (in fig. 1) sphæra vel portio sphæræ ABC, cujus centrum D: sitque ea pellucida et homogenea, ut crystallina, vitrea, aquea, soli objecta. Pars ergo anterior ABC, a radiis solaribus, id est, a motu solis simplice, quo medium ante se propellit, urgebitur in rectis EA, FB, GC, quæ rectæ, respectu magnæ a solis distantiæ, haberi possunt pro parallelis. Quoniam autem densius est medium intra sphæram quam extra, refringentur versus perpendiculares. Producantur rectæ EA, GC donec secent sphæram in H et I, ductisque perpendicularibus AD, CD necesse est radios EA, GC refractos cadere, alterum quidem inter AH, AD, alterum vero inter CI, CD. Sint illi radii refracti AK, CL. Rursus, ductis ad sphæram perpendicularibus DKM, DLN, et productis AK, CL ad occursum rectæ BD productæ in O, quoniam medium intra sphæram densius est quam extra, AK refracta longius recedet a perpendiculari KM quam ab eadem recedet KO; cadet ergo KO inter refractam et perpendicularem. Sit ergo refracta KP, secans FO in P. Erit autem propter

PARS IV. 27.

Generatio ignis a sole.

eandem causam refracta rectæ C L, recta L P. Cum ergo radii nihil aliud sunt quam viæ motuum propagatorum, tanto vehementior erit motus circa P quam circa A B C, quanto basis portionis A B C major est base similis portionis in sphæra, cujus centrum est P, magnitudo tanta, quantam habet circellus circa P, comprehendens omnes radios ab ipsa A B C propagatos; quæ quidem sphæra multo minor est quam sphæra A B C. Multo ergo celerius partes medii, id est, aeris circa P loca inter se commutabunt quam circa A B C. Posita ergo in P materia combustibili, id est, dissipabili; partes ejus, si modo satis magnam faciamus rationem A C ad similem portionem circelli circa P, liberabuntur a cohæsione mutua, motumque suum simplicem recipient dissilientes. Sed motus simplex vehemens generat in aspiciente phantasma lucidi et calidi, ut modo demonstratum est de motu solis simplice. Erit ergo materia combustibilis, posita in P, facta lucida et calida, id est, ignis. Exhibuimus ergo causam ignis possibilem; quod erat faciendum.

Generatio ignis a collisione.

5. A modo quo sol ignem generat, facile est explicare modum quo generari potest ignis a collisione duorum silicum. Nam ab ipsa collisione lapidis particulæ aliquæ ex iis, quæ ipsum coactæ constituunt, violentia magna effringuntur; eæ autem, vertigine concepta, exilientes oculum movent, ut in generatione lucis a sole. Collucent ergo, et in materiam jam ante semidissipatam, qualis est fomes ex combusto linteo, partes illius dissipant et excutiunt cum vertigine; inde autem, ut ante est ostensum, lux et calor, id est, ignis generatur.

6. Quod luceant cicindela, ligna quædam putria, et calcis quædam species Bononiæ temperata, communis causa esse potest expositio ad ferventem solem. De calce illa, experientia constat quod non lucet nisi ita exposita; exposita autem lucet parvo tempore, id est, donec satis calet. Causa esse potest, quod partes, ex quibus concreverat, facile suscipiant una cum calore motum simplicem a sole impressum. Quo facto, necesse est ut translata in tenebras adhuc calescens, quamdiu calor durat idoneus, tam diu luceat; post, extinguatur. Experimento item in cicindela compertum est, inesse humorem quendam lentum, similem humori oculi crystallino; hunc etiam exemptum si quis digitis prehensum ferat satis longo tempore, et postea transferat in tenebras, lucebit tamen propter receptum a digitis teporem; sin refrixerit, non lucebit. Unde, nisi quod animalia illa æstatis tempore ferventissimo toto die apricentur? Eodem modo, ligna putrida nisi putruerint ad solem, vel jam putrida satis longo tempore ad solem exposita fuerint, non lucebunt. Quod autem non omni vermiculo, nec cuilibet ligno, nec omni calci contingit idem, in causa esse potest diversitas in motu et figura particularum, ex quibus illa corpora concreverant, a particulis corporum specie ab illis differentium.

PARS IV. 27.

Causa lucis in cicindelis, in ligno putri, et in calce Bononiensi.

7. Lucet quoque mare salsum remis percussum, vel navigio fortiter sulcatum; magis tamen minusve pro ventorum diversis plagis. Possibile enim est particulas salis, etsi a sole in salinis lente admodum evocatæ non luceant, confertas tamen et magna vi ex assurgentibus undis in aerem excussas, concepta vertigine, splendescere posse ali-

Causa lucis in concussione aquæ marinæ.

PARS IV. 27.

quantum. Causa ergo hujus phænomeni reddita est possibilis.

Causa flammæ, scintillæ, colliquationis.

8. Materia composita ex corpusculis duris si ignescat, necesse est, ut ex singulis confertim evolantibus oriatur major minorve flamma. Nam si una evolat pars ætherea vel fluida, motus exeuntium fiet velocior, ut fit in lignis cæterisque inflammabilibus exeunte una vento. Exeuntes ergo particulæ duriores vehementius oculum moventes fortius lucebunt, et confertæ cum sint collucebunt. Cum ergo flamma nihil aliud sit quam collucentium corpusculorum aggregatum, orietur flamma manifesta. Ostensa est ergo flammæ causa possibilis. Atque inde etiam manifesta apparet causa, quare vitrum quod, absque flatu, non sine vehementissimo igne, a flamma tenui candelæ flatu oris adjuta, colliquatur.

Quod si ab eadem materia pars aliqua majuscula, nimirum quæ ex pluribus particulis minutis sit composita, abrumpatur, fit scintilla. Habet enim ab effractione vertiginem violentam, unde lucet. Verum si a materia combustibili neque flamma exeat, neque scintillæ, possunt tamen particulæ ejus aliquæ ad superficiem evehi, ut cinis, cujus partes ita sunt minutæ, ut quousque natura dividendo progreditur dubitari ulterius non possit.

Postremo, ignescente materia, si parum aut nihil evolat, fiet tamen conatus partium aliquis ad motum simplicem, quo fiet totius corporis vel colliquatio, vel, qui colliquationis gradus est, emollitio. Habet enim omnis motus in omnem materiam, (ut ostensum est, cap. XV. art. 3) effectum aliquem. Siquidem autem adeo emolliantur corpora, ut contumacia eorum a propria gravitate superetur, tum

plane colliquata; sin minus, emollita et sequacia et ductilia esse dicimus.

Rursus, si materia ignita habeat intus, inter particulas duras, particulas alias inclusas æthereas aqueasve, fiet ut his per commutationem locorum evocatis, illæ ad contactum pleniorem sese accommodent, et proinde habeant se ad divulsionem contumacius, id est, totum fiat durius. Quæ causa esse potest, cur eodem igne alia liquefiunt, alia indurescunt.

Causa quare fœnum madidum aliquando sua sponte accenditur; item causa fulguris.

9. Expertum est, si fœnum madidum acervetur, fore ut post tempus aliquod, primo fumum tanquam *αυτομάτως* emittat, et deinde incendatur. Causa cujus rei potest esse hæc. Insunt in concluso aere corpuscula illa mota, ut supposuimus, motu simplice, motum suum habentia liberum, sed quæ descendente humore aqueo paulatim cohibentur, oppletisque aqua interstitiis, pars quidem ætherea penetrando aquam egreditur; at corpuscula illa non fluida contruduntur, ita ut sese mutuo contingentia motum acquirant vehementiorem, donec, aucto valde motu, pellitur ad externa primo pars aquea, unde apparet vapor; mox, continuato motu ipsius fœni arefacti evolant particulæ illæ minutissimæ, receptaque vertigine naturali lucent calefaciuntque, id est, ignescunt.

Eadem et fulgurum causa esse potest. Accidunt enim tempore anni ferventissimo, quo tempore et plurimum aquæ et altissime elevatur. Post nubes primas elevatas, elevatæ aliæ aliæque et congelatæ veniunt interdum, aliis descendentibus aliis surgentibus, ad congressum talem, ut in aliquibus locis coeant in unum, in aliis relinquant spatia cava, in quæ spatia, ex concursu nubium partibus æthereis transpirantibus, corpuscula non fluida

PARS IV. 27.

plura coguntur, quam pro ratione ætheris in quo motum suum libere exercere possunt. Itaque vehementius moventur, et modo hic modo illic nubes cum fragore diffringentia exeuntiaque et magna vi aerem commoventia et oculos ferientia lumen generant, id est, lucent; est autem lux ea fulgur.

Causa virium pulveris tormentarii; quidque carboni, quid sulphuri, quid nitro tribuendum sit.

10. Phænomenon ab igne cognitissimum, idemque admirabilissimum est vis incensi pulveris tormentarii. Qui pulvis, cum a nitro, sulphure, et carbone tritis sit compositus, habet a carbone accensionem primam; a sulphure fomitem et flammulam, id est, lucem et motum; quod deinde vehementissime splendeat erumpatque, a nitro habet. Nitrum autem nondum contusum, si vivo imponatur carboni, primo liquescit, carbonemque ea parte, qua insidet, more aquæ extinguit. Mox egrediens a confiniis nitri et carbonis vapor vel aer veloci motu carbonem undequaque et vehementer difflat. Inde fit per duos motus, alterum egredientium ex ignito carbone, alterum inclusæ æthereæ simul et aquosæ substantiæ particularum, inter se contrarios, ut sequatur motus et inflammatio vehementissima. Deinde, postquam nitrum agere ulterius cessat, id est, quando id quod in nitro volatile est evolaverit, invenitur ad latera substantia quædam alba, quæ in ignem rursus injecta rursus candescet, sed non amplius, nisi aucto igne, dissipabitur. Si ergo causa hujus rei possibilis reperiatur, ea possibilis causa quoque erit, quare granum pulveris tormentarii incensi tam vehementer expandatur, luceat, et moveatur. Causa autem ea hujusmodi esse potest.

Particulæ illæ, quæ constituunt nitrum, suppo-

nantur esse partim duræ, partim aqueæ, partim æthereæ. Et duræ quidem figuras habeant sphærice cavas, sicut bullulæ, ita ut multæ simul particulæ concretæ massam constituant cavernosam plenamque substantia aquea vel aerea, vel partim una, partim altera. Discussis ergo particulis duris, partes aqueæ et aereæ necessario evolabunt; evolantes autem necessario carbonem ignitum mixtumque sulphur fortiter sufflabunt; quo facto, valde expandi lucem, flammam vehementer candescere, particulasque nitri sulphuris et carbonis violentissime dissipari est necessarium. Virium ergo pulveris tormentarii incensi causam reddidimus possibilem.

Apparet autem hinc non necesse esse, ad reddendam causam quare globulus plumbeus vel ferreus tam velociter ex canone bombardæ extrudatur, ut advocemus rarefactionem talem, qualem vulgo definiunt, nempe quantitatem in eadem materia modo majorem modo minorem, quod est incogitabile. Dicimus enim majorem vel minorem unamquamque rem, prout majorem minoremve habet quantitatem. Violentia, qua extruditur e tormento globus, procedit a velocitate particularum minutissimarum inflammati pulveris, vel certe procedere ab ea causa potest, nec tamen ut ullus supponatur locus vacuus.

Calor quomodo fit ex affrictu.

11. Præterea ex attritu duorum corporum, ut ligni contra lignum, non modo caloris gradum aliquem generari experimur, sed et ignem. Est enim motus ille, pressionis modo in hanc, modo in illam partem reciprocatio; ex quo motu necessario fit, ut quod in utroque ligno includitur fluidi, modo huc, modo illuc distrahatur; et, per conse-

PARS IV. 27.

quens, conetur erumpere; et aliquanto post erumpens fiat ignis.

Distinctio lucis in primam, secundam, &c.

12. Lux autem alia est prima, alia secunda, alia tertia, et sic deinceps in infinitum. Primam lucem dicimus, quæ est in lucente primo, ut sole vel igne: secundam, quæ est in corpore non diaphano a sole illustrato, ut in luna, vel pariete: tertiam, quæ est in corpore non diaphano a luce secunda illustrato, etc.

Colorum rubri, flavi, cærulei, violacei per prisma spectatorum causæ.

13. Color autem lux est, sed perturbata, nimirum, a motu perturbato generata; ut in coloribus rubro, flavo, cæruleo, et purpureo, qui generantur per interpositionem inter lucidum et illustratum prismatis diaphani, habentis bases oppositas triangulares, manifestum fiet.

Sit enim prisma (in figura secunda) ex vitro aliave materia pellucida, quæ sit aere densior, cujus basis sit triangulum A B C: sitque recta D E diameter disci solaris posita oblique ad rectam A B; radietque sol per D A et E B C; producanturque rectæ D A, E C utcunque in F et G. Quoniam jam recta D A propter densitatem vitri refringitur versus perpendicularem, sit linea refracta ad punctum A, recta A H. Rursus, quia medium infra A C rarius est quam supra, fiet alia refractio eaque divergens a perpendiculari; sit ergo linea iterum refracta A I. Atque idem fiat ad punctum C, ut linea primum refracta sit C K, et iterum refracta C L. Cum autem refractionis in puncto A, quod punctum est in recta A B, causa sit resistentiæ medii in A B excessus supra resistentiam aeris, necesse est ut fuerit reactio a puncto A versus punctum B, ideoque motus medii ad A intra triangulum A B C turbabitur; id est, mixtus

PARS IV. 27.

Colorum rubri, flavi, cærulei, violacei per prisma spectatorum causæ.

erit ex motu recto per A F et A H, et ex motu transverso inter easdem A F et A H, quem motum signavimus lineolis transversis in triangulo A F H. Rursus, quoniam refractio fit ad punctum A rectæ A C per rectam A I, turbabitur rursus motus medii propter reactionem transversam ab A versus C, quam reactionem similiter repræsentamus per transversas lineolas in triangulo A H I. Atque eadem ratione duplicem turbationem delineavimus in triangulis C G K et C K L. Cæterum, inter rectas A I, C G lux non turbatur, propterea quod, si quod factum est ad A et C, idem fieret in omni puncto rectarum A B et A C, contingeret in omni loco planum trianguli C G K incidere in planum trianguli A F H, atque inde fieri ut omnia inter A et C essent similia. Præterea observandum est, omnem reactionem factam ad A tendere in partem, quæ est inter A et C, illustratam, et proinde turbare lucem primam; contra autem, reactionem in C tendere omnem in partem extra triangulum sive extra prisma A B C, ubi lux secunda est; et triangulum quidem A F H ostendere turbationem lucis quæ fit in ipso vitro, triangulum autem A H I turbationem lucis quæ fit infra vitrum: similiter, C G K turbationem lucis in vitro, et C K L infra vitrum. Diversi inde sunt motus, sive diversæ illustrationes, sive colores quatuor, quorum differentiæ manifestissime in prismate, cujus basis est triangulum æquilaterum, quando per ipsum trajecti solis radii super chartam albam excipiuntur, sensui apparent. Sensui autem triangulum A F H apparet rubrum; triangulum A H I flavum; triangulum C G K viride accedens aliquantum ad cæruleum; triangulum denique C K L purpureum apparet.

PARS IV. 27.

Constat ergo ex luce debili, sed prima, qualis est dum transit diaphanum magis resistens, ut vitrum, incidentes radios transversos facere ruborem; ex luce prima fortiore, qualis est in medio rariore infra rectam A C, incidentes radios transversos facere flavedinem; ex luce secunda fortiore, ut in triangulo C G K, quod proximum est luci primæ, a transversis radiis fieri virorem; ex luce denique secunda imbecilliore, ut in triangulo C K L, fieri colorem purpureum.

Quare luna et stellæ apparent in horizonte rubicundiores et majores quam in medio cœlo.

14. Per ea quæ modo ostensa sunt, causa explicari potest, quare luna et stellæ prope horizontem conspectæ, tum rubriores, tum majores videntur quam in medio cœlo. Inter oculum enim et horizontem apparentem multo plus intercedit aeris impuri et corpusculis aqueis terreisque misti, quam inter eundem oculum et cœli medium. Visus autem fit per radios in conum dispositos, cujus basis quidem discus lunaris, vertex autem in oculo est. Necesse ergo est ut plurimi radii a luna incidant in corpuscula ea, quæ sunt extra conum visualem, et ab illis ad oculum reflectantur. At radii illi reflexi ad conum visualem transversim tendunt, et ad oculum faciunt angulum angulo conico majorem. Major ergo videtur luna in horizonte quam in medio cœlo. Et quoniam radii reflexi transversim eunt, fit (per articulum præcedentem) rubor. Ostensa ergo est causa possibilis quare luna, ut et stellæ, in horizonte quam in medio cœlo et rubicundiores apparent et majores.

Eadem causa esse potest, cur sol in horizonte quam in medio cœlo et major apparet, et colore a candore degenerante in flavedinem. Eadem enim est reflexio ab interpositis corpusculis, idemque

motus medii transversus, qui ante, sed lux solis multo fortior est quam lunæ. Quare (per articulum præcedentem) necesse est ut candor ejus aliquantulum turbatus degeneret in flavedinem.

Neque necesse est ad generationem horum quatuor colorum, ut vitri figura sit prisma. Nam corpus sphæricum idem efficit, cum etiam in sphæra radii solares bis refringantur et bis reflectantur. Quod cum observasset Cartesius, neque apparere iridem nisi tunc cum actu pluit, item cadentes guttulas esse fere sphæricas, ex eo causam colorum in iride explicavit; quam repetere non est necessarium.

Causa albedinis.

15. Albedo quidem lux est, sed ex multorum simul lucidi radiorum ad oculum, intra exiguum spatium, reflexionibus conturbata. Siquidem enim vitrum vel quodlibet diaphanum in minutissimas partes per contusionem concussionemve redigatur, unaquæque illarum partium, si modo radios lucidi ab uno aliquo puncto ad oculum reflectat, faciet in vidente totius lucidi ideam sive imaginem, id est, phantasma albi; nam lux fortissima etiam candidissima est. Itaque et multæ tales partes multas imagines ejusdem facient. Quare si eædem partes confertissimæ sint, multæ illæ imagines apparebunt confusæ, unumque a confusa luce exhibebunt colorem album. Hinc ergo elici causa potest possibilis, quare vitrum contusum, id est, redactum in pulverem, colorem album induit. Item quare aqua et nix albæ sunt; sunt enim corporum diaphanorum minutissimorum congeries, nimirum bullulæ, ex quarum singularum superficiebus convexis singula per reflexionem fiunt lucidi totius phantasmata confusa, id est, albedo. Propter eandem causam sal et nitrum alba sunt. Consistunt enim

PARS IV. 27.

ex bullulis aquam aeremque continentibus, ut manifestum est in nitro, ex eo quod ignem, cui imponitur, violentissime sufflat; idem autem facit et sal, sed minore impetu. Quod si album ad lucem, non illam quidem diurnam candidamque, sed ad lucem ignis vel candelæ exponatur, utrum album an flavum sit non facile aspectu judicabitur. Cujus rei causa esse potest, quod ignitorum lux et flamma inter albedinem et flavedinem fere media est.

Causa nigredinis.

16. Ut albedo lux, ita nigredo lucis privatio est, sive tenebræ. Unde fit, primo, ut foramina, unde lux ad oculum reflecti non potest, nigra appareant. Secundo, ut superficies, e qua particulæ corporis erectæ emineant, adeo ut radii lucis ipsis incidentes in ipsum corpus, non ad oculum reflectantur, nigra appareat; quemadmodum nigrescit mare a vento crispatum. Tertio, ut materia combustibilis prius ab igne nigrescat quam lucescat. Ignis enim, dum partes corporis injecti minutissimas conatur discutere, prius erigit quam discutit. Itaque si extinguatur ignis antequam fiat totalis partium dissipatio, carbo apparebit nigerrimus; erectis enim partibus, lucis radii incidentes non ad oculum, sed in ipsum carbonem reflectentur. Quarto, ut a speculis ardentibus facilius accendatur materia nigra, quam alba. In superficie enim alba partes extantes gibbosæ sunt, ut bullulæ; et propterea radii lucis in eas incidentes reflectuntur, ita ut a corpore reflectente undequaque recedant; sed in superficie nigra, ubi extantes particulæ erectiores sunt, necesse est ut lucis radii, in eas incidentes, in ipsum corpus reflectantur omnes; facilius ergo a radiis solaribus nigra quam alba accenduntur. Quinto, ut colores

omnes, qui fiunt ab albi et nigri mixtione, oriantur a differentiis positionum particularum e superficie extantium, pro diversis asperitatis formis; a quibus fit, ut ab aliis corporibus plures radii lucis, ab aliis pauciores ad oculum reflectantur. Sed cum differentiæ illæ innumerabiles sint, et corpuscula illa percipi oculis non possint, causas singulorum colorum præcise determinare et explicare difficilius est, quam ut earum explicationem aggredi audeam.

Causa nigredinis.

CAPUT XXVIII.

DE FRIGORE, VENTO, DURO, GLACIE, FLEXORUM RESTITUTIONE, DIAPHANO, FULGURE ET TONITRU, ORIGINE FLUVIORUM.

1. Cur modo calefacit, modo refrigerat ab eodem ore halitus. 2. Ventus, et ventorum inconstantia, unde.—3. Cur ventus ab oriente ad occidentem non magnus, sed constans, prope æquatorem.—4. Aeris in nubibus inclusi effectus quis.—5. Durum ex molli, nisi per motum, non fit.—6. Causa frigoris circa polos, quæ.—7. Causa glaciei; cur mitiora frigora dum pluit quam dum serenat; cur non tam gelantur aquæ in profundis puteis, quam prope terræ superficiem; cur glacies aqua levior est; et cur vinum quam aqua difficilius gelatur.—8. Causa duritiei altera a pleniore contactu atomorum; item quomodo durum frangitur.—9. Causa tertia duritiei ab evocatis particulis fluidis.—10. Causa quarta duritiei a motu atomorum in spatio angusto.—11. Causa duritiei a calore; dura quomodo emolliuntur.—12. Flexorum spontanea restitutio, unde.—13. Diaphanum et opacum, quid et unde.—14. Causa fulguris et tonitrus.—15. Unde fit ut nubes glaciatæ, semel elevatæ, post decidant.—16. Quomodo fieri potuit ut luna eclipsin pateretur, nec videretur tamen soli diametraliter opposita.—17. Quomodo simul potuerint apparere plures soles.—18. Origo fluviorum.

1. Quemadmodum ex eo, quod spiritus et corporis nostri partes fluidæ a motu ambientis substantiæ æthereæ evocantur, agnoscimus calorem;

Cur modo calefacit, modo refrigerat ab eodem ore halitus

PARS IV. 28.

Cur modo calefacit, &c.

ita ex eorundem spirituum et humorum conatu ad interna sentimus frigus. Frigerare ergo facere est ut partes corporis externæ conentur ad interna, motu nempe contrario ejus, qui fit in calefactione, ubi partes internæ evocantur ad externa. Itaque ad cognoscendam causam frigoris, invenire oportet quo motu vel quibus motibus fieri potest, ut partes corporis externæ conentur se recipere ad interiora. Initio ergo sumpto a phænomenis maxime familiaribus, nemo fere nescit quod halitus oris cum violentia efflatus, id est, ore non nimium aperto emissus, manum objectam refrigerat, quodque idem halitus ore hiante, id est, molliter emissus, eandem calefacit. Cujus phænomeni causa esse potest hujusmodi. Exeuns enim halitus duos habet motus, alterum totius directum, quo motu partes anteriores objectæ manus ante se, id est, ad interna adigit; alterum particularum halitus simplicem, quem (capite præcedente art. 3) ostendimus esse calorificum. Prout ergo horum motuum alteruter prædominatur, ita sentitur modo frigus modo calor. Dum ergo hiante ore halitus molliter emittitur, prævalet motus ille simplex calorificus, et proinde sentitur calor. Sed quando ore compresso halitus efflatur, prævalet motus directus, itaque sentimus frigus. Motus enim, sive halitus sive aeris directus, ventus est; ventus autem omnis aut frigefacit, aut calorem, qui ante erat, minuit.

Ventus, et ventorum inconstantia, unde.

2. Quoniam autem frigefacit ventus omnis non modo magnus, sed etiam ventilatio sive motitatio aeris fere quælibet, multorum circa frigus experimentorum non ante reddi ratio poterit, quam repertæ fuerint causæ ventorum. Ventus autem aliud non est quam pulsi aeris motus rectus; qui

tamen, si plures venti simul spirent, potest esse circularis vel quomodocunque curvus, ut in turbinibus. Inquirendæ ergo proximo loco sunt ventorum causæ. Motus autem aeris, sive ventus, alius est multi simul aeris fluctus sive undatio, alius progressio recta.

Ventus, et ventorum inconstantia, unde.

Supposita pro quantulocunque tempore aeris serenitate simul et tranquillitate, corporibus tamen mundanis ita ut ante dictum est dispositis, necesse erit ut statim alicubi oriatur ventus. Cum enim a motu partium aeris, quem motum sol efficit motu simplice in epicyclo proprio, maria et humida omnia particulas suorum corporum exhalent, ex quibus fiunt nubes, necessarium est ut totidem particulæ aeris, dum particulæ aqueæ sunt in transitu, propterea quod locus vacuus nullus datur, ad latera undequaque digrediantur, urgeantque partes sibi proximas, et hæ rursus alias; donec tandem circuitione facta, tantundem aeris accedit ad terram a tergo, quantum aquæ ab ea abscessit a fronte. Movetur ergo aer, initio facto ab ascendentibus vaporibus, ad latera undequaque; sed aer motus est ventus. Fit ergo ventus. Quod si ventus ille, surgentibus in aliis locis vaporibus, rursus et sæpius occurrat, manifestum est et vim illius auctam, et viam sive plagam mutatam fore. Etiam, ut terra, motu suo diurno, modo aridiorem modo humidiorem sui partem ad solem convertit, ita modo major modo minor vaporum copia elevabitur, id est, modo minor modo major factus erit ventus. Ventorum ergo eorum, qui ex vaporibus generantur, simulque eorum inconstantiæ causam reddidimus possibilem.

Sequitur hinc nasci ventos illos in loco eleva-

PARS IV. 28.

tiore non posse, quam ad quem vapores possunt elevari; nec incredibile esse id, quod de montibus altissimis narratur Pico Teneriffæ et Andibus Peruviæ, nimirum, quod ventis hisce inconstantibus non turbentur; siquidem autem pro certo compertum esset nunquam in summis illorum montium cacuminibus visam fuisse neque pluviam neque nivem, dubitari non posset quin altiores sint illi montes, quam quo pertingere vapores solent.

Cur ventus ab oriente ad occidentem non magnus sed constans, prope æquatorem.

3. Potest tamen illic sentiri ventus, non ille quidem ab ascensu vaporum ortus, sed alius minor et constantior, similisque uni et perpetuo flatui folliculi, spirans a plaga orientali; idque propter causam duplicem. Quarum altera est motus terræ diurnus, altera simplex in epicyclo proprio. Nam montes hi propter altitudinem supra omnem aliam terræ partem extantes, aerem propellunt motu utroque ab occidente ad orientem, diurno quidem aliquantulum. Sed cum motum terræ simplicem in epicyclo proprio bis peragi supposuerimus eo tempore, quo motus diurnus peragitur semel, et semidiametrum epicycli esse semidiametri conversionis diurnæ duplam; erit motus cujuslibet puncti terræ in epicylo suo quadruplo velocior quam motus diurnus. Utroque ergo motu simul satis sensibiliter in aerem incurritur; sentietur ergo ventus. Nam motus perceptio eadem est, sive aer in sentientem, sive sentiens in aerem impingat. At ventus hic, quia non oritur ab ascensu vaporum, necessario erit constantissimus.

Aeris, in nubibus inclusi, effectus quis.

4. Si elevata in aerem nube, nubes ascendat alia, pars ætherea inter utramque nubem intercepta necessario undequaque exprimetur. Item quando ambæ, altera ascendens, altera manens vel descen-

dens, ita conjunguntur, ut substantia ætherea undequaque ab iis sit conclusa, etiam sic compressa, aquam pertransiens, exibit. Interea vero particulæ duræ ætheri intermistæ, et motu, ut supposuimus, simplice agitatæ, per aquam nubis non transibunt, sed in cavitatibus nubium arctius comprimentur. Et hæc quidem demonstrata sunt, cap. XXII. art. 4, 5. Præterea, quoniam globus telluris ætheri, a solis motu pulso, innatat, partes ætheris telluri impingentes undequaque per ipsius telluris superficiem expandentur, ut cap. XXI. art. 8, demonstratum est.

Durum ex molli, nisi per motum, non fit.

5. Durum ex eo cognoscimus, quod, cum corporis alicujus partem quam tangimus ulterius volumus propellere, nisi toto simul propulso frustra volumus. Aeris quidem vel aquæ particulam tactam vel percussam facile et sensibiliter protrudimus, partibus tamen cæteris, quoad sensum, immotis: lapidis partem non item. Definimus ergo durum esse corpus illud, cujus pars moveri sensibiliter nulla potest, nisi moto toto. Quod ergo molle vel fluidum est, fieri durum ab alia causa non potest, nisi a motu tali, ut partes plures motum partis unius cujuslibet, simul omnes ipsi resistentes, impediant.

Causa frigoris circa polos, quæ.

6. His præmissis, possibilem causam ostendemus quare frigus circa terræ polos majus est, quam a polis remotius. Aer, a versante inter tropicos sole ad terræ superficiem sibi perpendiculariter subjectam propulsus, undequaque expanditur; et velocius quidem, quo superficies terræ actior est, id est, ubi circuli æquatori paralleli sunt minores. Motus ergo aeris se expandentis partes obvias versus polos semper ante se pellit, magis autem

PARS IV. 28.

fortiter quo magis vis ejus unitur, id est, ubi circuli paralleli sunt minores, id est, tanto magis quanto ad polos terræ magis acceditur. In locis ergo propius ad polos, majus nascitur frigus, quam in locis remotioribus.

In expansione autem aeris super terræ superficiem ab oriente ad occidentem, propter solis ad loca subjecta perpetuam accessionem, frigus quidem nascitur oriente et occidente sole; sed accedente semper sole ad loca frigefacta in situ magis magisque perpendiculari, a calore, qui fit a motu solis simplice circulari superveniente, frigus illud rursus remittitur, quod nisi a diuturna actione non fit magnum. Reddidimus ergo frigoris in locis prope polos sive in magna solis obliquitate causam possibilem.

Causa glaciei; cur mitiora frigora dum pluit quam dum serenat; cur non tam gelantur aquæ in profundis puteis, quam prope terræ superficiem; cur glacies aqua levior est; et cur vinum quam aqua difficilius gelatur.

7. Quomodo autem fieri potest ut aquæ a frigore congelascant, explicari potest hoc modo. Sit (in fig. 1) A, sol; terra B. Multo ergo major est A quam B. Sit autem E F in plano æquinoctialis; cui parallelæ sint G H, I K, L C; sint denique C, D telluris poli. Actio ergo aeris in terram per parallelas illas efficiet, ut aer moveatur per superficiem terræ, eamque fortiter radat; tantoque magis, quanto parallelæ versus polos sunt minores. Fit ergo ventus, qui aquas summas compellit, simulque aliquantum elevat, earum conatum ad centrum terræ impediens. A conatu autem ad centrum terræ, conjuncto cum conatu venti modo dicti, fit particularum aquæ summarum compressio, et conglobatio in grumos; unde summa aqua cutescit, durescitque. Eodem modo paulo post durescit aqua summæ proxima, donec fiat tandem glacies crassa. Quæ tamen propter compactionem

ex grumis, etiam aeris particulas in se receptas continet non paucas. PARS IV. 28.

Causa glaciei, etc.

Quemadmodum autem flumina et maria, ita quoque et nubes congelari possunt. Cum enim nubes, alteræ ascendentes, alteræ descendentes, ætherem interceptum compressione efflant, utrasque nubes efflatus radit et paulatim compingit. Et siquidem guttulæ, ex quibus nubes componi solent, nondum coaluerint, tamen flatus idem efficietur, ab eoque flatu, ut aqua in glaciem, ita vapores in nivem congelascent. Ab eadem causa est, quod fieri glacies arte potest, etiam prope ignem. Nam qui hoc faciunt, salem nive mistum in vas conjiciunt: in ea materia vasculum aquæ plenum fere sepeliunt. Colliquescentibus autem sale et nive, in quibus magna copia inest aeris, expressus aer vasculum aquæ undequaque ut ventus radit; et quo motu vasculum a flatu, eodem motu conclusa aqua ab actione vasculi paulatim congelatur.

Experimur autem frigora in iis locis remissiora semper esse, cæteris paribus, ubi pluit vel tempus nubilum est, quam ubi serenat. Et hoc quidem jam dictis consentaneum est. Quando enim serenum est, cursus venti, quem radere superficiem terræ modo memoravimus, ut liberrimus, ita et fortissimus est. Sed cadentibus surgentibusve aquæ guttulis ventus ille retunditur, frangitur, et dissipatur. Consentaneum autem est debiliorem factum flatum minus frigefacere.

Experimur item, in puteis profundioribus quam in superficie terræ aquam congelari minus. Flatus enim a quo fit glacies, terram, propter partium ejus laxitatem, aliquousque subingrediens virium suarum jacturam facit non magnam; itaque

PARS IV. 28.

in puteo non profundo aqua gelascit; cum in profundo puteo, quo aura illa frigefica penetrare non possit, non gelascit.

Experimur præterea, glaciem aqua leviorem esse; cujus causa ex eo patet, quod supra ostensum est, congelascenti aquæ particulas aeris in ipsa congelatione intermistas esse.

Postremo, vinum quam aqua difficilius congelascit, quia in vino particulæ, quæ fluidæ non sunt, moventur velocissime; unde primo tardatur incrustatio propter illarum motum, quem si frigus vicerit, gelascit vinum, primo exterius, postremo interius; signum hujus rei est, vinum, quod in medio relinquitur non gelatum, fortissimum fieri.

Causa duritiei altera a pleniore contactu atomorum; item quomodo durum frangitur.

8. Vidimus modum unum efficiendi durum, nempe per congelationem. Alius autem est hujusmodi. Cum substantiæ æthereæ innumeras atomos alias aliis duriores, suosque sibi habentes motus simplices, intermistas esse jam ante supposuerimus; necesse inde est, ut propter totius ætheris fermentationem, de qua dictum est, cap. XXI. aliæ in alias incidentes, et prout eorum motus et contactus mutuus postulant, una ad aliam applicatæ, inter se cohæreant; et, quoniam non datur vacuum, ut divelli nisi tanti vi, quanta ad earum duritiem superandam opus est, non possint.

Gradus autem duritiei innumerabiles sunt; etenim aliquis aquæ inest; id quod ex eo manifestum est, quod super planum existens huc, illuc, digitum sequens trahitur quo volumus. Gradus adhuc in liquoribus lentis major est. At illi cum effunduntur descendentes, in unum quasi filamentum se disponunt, et illud filamentum, ante quam rumpitur, diminuta paulatim crassitudine extenuatur, ita ut

diruptio in puncto solum fieri videatur, et partes separantur a se invicem, primo quidem exteriores in circuitu, post autem successive interiores. Post illa, gradum duritiei majorem adhuc habet cera; hanc etiam, quando partem ejus a parte divellere volumus, prius extenuamus totam, quam partes dirimimus. Quanto autem durius est quod rumpendum est, tanto vis major est adhibenda. Procedendo ergo ad duriora ut funes, ligna, metalla, lapides, idem, etsi non semper sensibiliter, necessario tamen contingere suadet ratiocinatio. Eodem ergo modo rumpuntur etiam durissima, nimirum solutione continui facta, primo, in ambitu superficiei extimæ, et deinde in partibus interioribus successive. Similiter, si corporum partes non divulsione sed diffractione dirimendæ sint, necesse est partes prius dissilire, quæ sunt ad superficiem convexam flexi corporis, quam ad superficiem concavam. Nam in omni flexione, est in superficie convexa partium conatus ad discessionem; at in superficie concava, ad mutuam penetrationem.

Causa duritiei altera a pleniore, &c.

His intellectis, reddi ratio potest, quare duo corpora, quæ secundum superficiem communem se mutuo contingunt, possint tamen vi adhibita, etiam nullo dato vacuo, dissilire. Quod Lucretio non videbatur ita esse, cum ab ea dissilitione videtur sibi vacuum stabilivisse. Nam si columna marmorea ab altera base pendens exhibeatur, ea, si satis longa sit, sui ipsius pondere diffringetur. Non tamen dari vacuum necessario inde sequitur, quando ab ambitu ad meditullium solutio continuitatis fieri potest successive.

Causa tertia duritiei ab

9. Duritiei in rebus aliquibus alia causa esse potest hujusmodi. Nam si corpus molle ex multis

PARS IV. 28.

evocatis particulis fluidis.

particulis duris sit concretum, quæ tamen particulæ laxius ante inter se cohærebant, intermistis scilicet multis particulis fluidis; partes fluidæ, (ut ostensum est cap. XXI. art. ultimo), evocabuntur. Quare illæ particulæ duræ, alteræ ad alteras secundum majores superficies sese applicabunt, et proinde arctius inter se cohærebunt; id est, fiet totum durius.

Causa quarta duritiei a motu atomorum in spatio angusto.

10. Rursus, in quibusdam rebus oriri duritiei gradus aliquis etiam hoc modo potest. Quando humori alicui interspersa sunt corpuscula quædam minima, eademque mota motu proprio simplice; (unde et partes ipsius humoris motu moventur simili); idque in spatio arcto fiat, ut in globi vel arctissimi tubuli cavo, sitque motus vehementissimus, et corpuscula inclusa satis multa, duo contingent; alterum, ut liquidum inclusum conatum concipiat versus omnes simul partes sese dilatandi; alterum, ut negato excursu, propter motus reflexionem motus partium liquidi inclusi, fortis ante, multo nunc sit fortior. Quare, si ab aliquo motore externo una aliqua ejus fluidi particula tangi et premi posset, ea particula cedere non posset nisi vis adhiberetur satis sensibilis. Gradum ergo habet inclusum et sic commotum fluidum duritiei aliquem. Major autem minorve gradus duritiei a copia et velocitate corpusculorum et ab angustia loci dependet conjunctim.

Causa duritiei a calore; dura quomodo emolliuntur.

11. Quæ a calore subito indurescunt ut cocta, in formam priorem emollescunt plerumque a maceratione. Cocta enim pleraque per evaporationem indurantur; restituto ergo eodem humore, restituitur etiam natura pristina. Quæ frigore congelata sunt, mutata in contrariam plagam aura

qua concreverant, regelantur; nisi forte tam longo tempore induruerint, ut motus sive conatus novi habitum acquisiverint: neque satis est ad regelationem, ut gelans aura cesset; nam sublatio causæ effectum non destruit; sed causam oportet fuisse regelationis propriam, nempe auram contrariam vel saltem aliquatenus oppositam; id quod etiam fieri experimur. Nam si glacies in locum bene clausum inferatur, ubi motus aeris minime penetrare possit, frigus ibi minus sentietur; glacies tamen conservabitur.

Flexorum spontanea restitutio, unde.

12. Durorum alia manifeste flecti possunt; alia non item, sed in primo flexionis momento statim diffringuntur. Et eorum quæ manifeste flecti possunt, alia quidem flexa, rursus sibi permissa statim se restituunt, alia manent flexa. Quæritur ergo restitutionis causa, quam dico esse posse hujusmodi; nempe, quia particulæ corporis flexi moventur etiam tunc cum tenetur flexum, motu suo, amota vi flectente, flexum restituent. Perspicuum enim est, si quid flectatur, ut chalybea lamina, eademque, amota vi flectente, subito se restituat, causam restitutionis ad ambientem aerem referri non posse. Perspicuum quoque est, restitutionis causam non esse, quod vis flectens sit amota. Nam in iis, quæ quiescunt, remotio impedimenti futuri motus sufficiens causa non est. Causa enim motus alia non est præter motum. Causa ergo restitutionis est in partibus, ex quibus ipsa lamina constituitur.

Dum ergo flexa manet lamina, motus tamen in partibus ejus inest aliquis, quanquam invisibilis, id est, conatus saltem, et ea quidem via qua ipsa lamina est restituenda. Conatus ergo hic partium

simul omnium est restitutionis principium. Remoto ergo impedimento, id est, vi qua flexa tenebatur, restituetur. Motus autem partium, quo hoc fit, ille est, quem supposuimus simplicem esse, sive in se redeuntem. Quando ergo in flectione laminæ capita ejus adducuntur, fit, ex una quidem parte, compressio particularum mutua, qui conatus est conatui contrarius; ex altera parte, fit particularum divulsio. Conatus ergo particularum, ab una parte, tendit ad laminæ restitutionem a medio versus capita, cujus effectus est ut, ex altera parte, particulæ conentur a capitibus ad medium; is igitur conatus, cum sit restitutionis perfectæ principium, remoto impedimento laminam restituet. Causa ergo explicata est possibilis, quare flexa quædam se restituunt; quæ erat explicanda.

Lapides autem cum ex multis durissimis particulis sub terram fiant per accretionem, quæ particulæ minus arcte, id est, secundum minores superficies inter se cohærent, et proinde admittunt particulas aeris: necesse est, dum flectuntur, ut difficilius interne comprimantur ob duritiem. Et quoniam laxius inter se cohærent, laxatis externe particulis duris, partes aereæ necessario erumpunt; unde totum subito diffringitur.

Diaphanum et opacum, quid et unde.

13. Diaphana appellantur ea corpora, in quæ cum agunt radii corporis lucidi, actio singulorum radiorum ita per ea propagatur, ut eundem servent inter se ordinem, vel ejus inversum. Ideoque necesse est, ut corpora perfecte diaphana sint etiam perfecte homogenea. Contra, opacum est, in quod radii incidentes, propter naturam heterogeneam, innumeris reflexionibus refractionibusque in particulis diversimode figuratis inæqualiterve

duris, prius quam ad oculum pertingant debilitantur.

Diaphana autem alia quidem a natura ab initio facta sunt, ut substantia ætherea et aquea; et fortasse ea etiam quæ invenitur in lapidibus, nisi et ea sit aqua a longo tempore congelata. Alia vero a vi caloris homogenea congregantis: sed quæ sic fiunt diaphana, id ante erant secundum partes.

Causa fulguris et tonitrus.

14. Quomodo a motu solis elevantur e mari et locis humidis particulæ aqueæ, unde fiunt nubes, explicatum est cap. XXI. Item, nubes quomodo glaciantur, dictum est supra art. 7. Jam ex eo, quod ex occursu ascendentium descendentiumque nubium concludi et coarctari paulatim possunt partes aeris tanquam in cavernis, derivari potest causa possibilis tonitrus et fulguris. Cum enim in aere sint duæ partes; altera ætherea, quæ motum sibi proprium nullum habet, utpote res usque ad minima divisibilis; altera dura, nimirum multæ atomi duræ, singulæque in aere suo ac velocissimo gaudentes motu simplice; dum nubes magis magisque cavernas interceptas congredientes angustiores reddunt, partes ætheréæ per ipsam substantiam nubis aqueam transfugiunt, partes autem duræ tanto magis comprimuntur, alteræque in alteras impingunt; proinde etiam propter uniuscujusque particulæ vehementem motum conantur a se invicem resilire.

Quando igitur compressio satis magna est, et nubium partes concavæ, ea de causa quam supra explicavimus, in glaciem sunt concretæ, necesse est ut rumpatur nubes; fit ergo a fracta glacie fragor primus; deinde erumpente aere qui in-

PARS IV. 28.

clusus erat, fit concussio etiam aeris liberi; hinc fremitus ille et murmur aeris qui fragorem sequitur: sed ex fragore primo et sequente murmure fit sonus qui vocatur tonitrus. Ex eodem autem aere e nube erumpente aeremque reliquum usque ad oculum concutiente, fit illa actio in oculum qua sentimus lucem eam, quam vocamus fulgur. Causas ergo tonitrus et fulguris reddidimus possibiles.

Unde fit ut nubes glaciatæ, semel elevatæ, post decidant.

15. At si vapores in nubes elevati coaluerint in aquam continuam, vel compactæ in glaciem fuerint, unde est quod, graves cum sint tam glacies quam aqua, tam diu possint ab aere sustineri? Vel potius, elevatæ cum sint, quam ob causam rursus recidunt? Dubium enim esse non potest, quin vis ea, quæ aquam potuit attollere, eandem etiam sustinere potuit. Cur ergo sublata recidit? Dico ergo ab eodem oriri motu solis simplice, tum quod attolluntur vapores, tum quod aquæ in nubes coalitæ dejiciuntur.

Ostensum enim est (cap. XXI. art. 11) quomodo vapores elevantur. Sed et ostensum est (cap. eodem, art. 5) quomodo ab eodem motu congregantur homogenea, et heterogenea disperguntur, hoc est, quomodo quæ ad naturam telluris accedunt ad terram pelluntur, hoc est, quæ sit causa descensus gravium. Quando ergo solis actio in elevandis vaporibus impeditur, in iisdem dejiciendis non impeditur, descendet aqua. Sed actio solis in terrenis ad terram dejiciendis a nube impediri non potest, in elevandis vaporibus potest. Nam spissæ nubis pars inferior a parte superiore ita tegitur, ut recipere eam actionem solis non potest, qua vapores elevantur; propterea quod causa vaporum elevandorum est perpetua aeris fermen-

tatio, sive partium minutissimarum aliarum ab aliis diremptio, quæ multo debilior est interposita nube spissa, quam quando cœlum serenum est. Itaque, quando nubes satis densa facta est, aquæ, nisi a vento agitentur, recident; prius non recident. Causam ergo attulimus, quare nubes et in aere sustineri et rursus in terram recidere possunt, possibilem. Quod erat propositum.

Quomodo fieri potuit ut luna eclipsin pateretur, nec videretur tamen soli diametraliter opposita.

16. Concesso quod nubes glaciari possunt, mirandum non est si visa aliquando fuerit luna eo tempore eclipsin passa, quo sol apparuit in horizonte, luna autem supra horizontem duobus fere gradibus; talis enim eclipsis lunæ observata est a Mœstlino, Tubingæ, anno 1590. Potest enim esse ut inter solem et observatoris oculum interposita fuerit nubes glaciata; quod si factum est, erat sol, quando in horizonte videbatur, duobus fere gradibus inferior, propter radios solares per glaciem transeuntes. Notandum autem est, quod qui hujusmodi refractionem atmosphæræ attribuunt, non tamen attribuunt tam grandem; oportuit igitur refractionis illius causam fuisse non atmosphæram, sed aquam continuam vel glaciem.

Quomodo simul potuerint apparere plures soles.

17. Rursus, concessa in sublimi glacie, minime mirandum est, si plures aliquando soles visi fuerint. Disponi enim specula ita possunt, ut pluribus locis idem appareat objectum per reflectiones. Totidem autem nubes glaciatæ nonne speculorum officia præstare poterunt? aut in eam rem apte disponi non poterunt? Præterea, augeri apparitionum numerus a refractionibus possunt. Itaque, si nunquam contingerent talia phænomena, mihi id magis mirabile videretur.

Crederem sane eodem modo fieri cometas; ni-

PARS IV. 28.

mirum ab elicitis non modo e terra, sed etiam e planetis cæteris vaporibus, et postea in unum corpus continuum congelatis, nisi unum obstaret stellæ novæ in Cassiopea visæ phænomenon. Nam caudæ comæve rationes probe explicare possem, et præterea motuum. Sed cum illa stella per sedecim totos menses in eodem loco inter fixas constanter perduraverit, materiam ejus glaciem fuisse credere non possum. Disquisitionem ergo de causa cometarum intactam posteris relinquo. Nam quod de illis, præter historias nudas, hactenus scriptum extat, consideratione dignum non est.

Origo fluviorum.

18. Fluviorum origines ab aqua pluviali vel liquescentibus nivibus facillime, aliunde vel difficillime vel non omnino deduci possunt. Decurrunt enim per declivia montium aquæ pluviæ et colliquatæ nives; quæ si per extimam superficiem montis deferantur, ipsi imbres vel nives pro fonte censebuntur. Sin terram subeuntes descendant tectæ, tunc ubi primum erumpunt, ibi fontes sunt; ex quibus rivuli, ex rivulis confluentibus fiunt fluvii. Fons autem, qui magis vel æque a centro terræ remotus est ac fuit aqua quæ ad ipsum fluxerit, repertus nusquam est. Nam quod magni nominis philosophus quidam objecit, in Monte Cenisio summo, qui Mons Sabaudiam a Pedemontio disterminat, nascatur fluvius qui per Susam decurrit, non est verum. Nam fluvio illi utrinque astant montes magni, idque per duo millia passuum, qui montes nivibus perpetuo fere tecti sunt; unde decurrentes rivuli innumerabiles fluvio aquas manifeste, et pro magnitudine ejus abunde præbent.

CAPUT XXIX.

DE SONO, ODORE, SAPORE, ET TACTILI.

1. Soni definitio, et sonorum distinctiones.—2. Graduum in sonis causa.—3. Sonorum gravis et acuti differentia.—4. Soni clari et rauci differentia, unde.—5. Sonus a tonitru et a bombarda, unde.—6. Unde, tibiis inflatis, sonus clarus.—7. Sonus reflexus.—8. Sonus æquabilis et diuturnus, unde.—9. Quomodo sonus juvari et impediri a vento potest.—10. Non solus aer, sed quantumlibet dura corpora sonum deferunt.—11. Gravis et acuti et concentus causa.—12. Phænomena ad olfactionem.—13. Organum olfactionis primum, et olfactionis generatio.—14. Quomodo a calore et a vento adjuvatur.—15. Cur corpora minime odorata sunt, quæ minimum habent intermisti ætheris.—16. Quare odorata contrita magis olent. 17. Organum gustandi. Et cur sapores quidam nauseam faciunt.—18. Tactus organum primum, et quomodo cognoscuntur objecta tactui cum cæteris sensibus communia.

PARS IV. 29.

Soni definitio, et sonorum distinctiones.

1. SONUS est sensio generata a medii moti in aurem reliquumque audiendi sensorium actione. Motus autem medii ipse sonus non est, sed causa ejus; nam phantasma, id est, reactio sensorii, proprie dicendus sonus est.

Sonorum distinctiones præcipuæ sunt hæ: prima, quod alius fortior est, alius debilior: secunda, quod alius gravior, alius acutior: tertia, quod alius clarus, alius raucus est: quarta, quod alius primus, alius derivatus est: quinta, quod alius æquabilis, alius non æquabilis: sexta, quod alius multum, alius parum perseverat. Quarum omnium distinctionum membra subdistingui in rursus distinguibilia possunt, fere in infinitum: quippe, quod varietas sonorum non videtur multo minor esse, quam colorum.

PARS IV. 29.

Sicut visio, ita et auditio a motu generatur medii, sed dissimiliter. Visio enim a pressione est, id est, a conatu, in quo conatu non fit partis medii ullius progressio perceptibilis; sed pars alia aliam urgens sive trudens actionem tandem ad quamlibet distantiam successive propagat. At medii motus, ex quo creatur sonus, percussio est; auris enim tympanum, quod organum audiendi primum est, in auditione percutitur. Concusso tympano concutitur etiam meninx tenera, et in ipsam insertæ arteriæ, et sic propagata actione ad ipsum cor, a reactione cordis fit phantasma, quem sonum dicimus, et propterea quod reactio extrorsum tendit, putamus esse extra.

Graduum in sonis causa.

2. Quoniam autem non modo motus motu majorem producit effectum magis velox minus veloci, sed etiam eadem velocitate majus corpus minore corpore, utroque modo major efficietur sonus. Et quia neque in magnitudine neque in velocitate datur minimum aut maximum, fieri potest tum ut motus ita exiguus sit, vel tam exigui corporis, ut nullum efficiat sonum, tum ut ita magnus sit ut sensorium lædens sentiendi facultatem tollat.

Apparent inde circa sonorum fortitudinem et debilitatem causæ possibiles phænomenῶn sequentium. Quorum primum est, quod si quis per tubum loquatur, cujus una extremitas ori suo, altera audientis auri applicetur, fortior accedet sonus quam per apertum aerem. Cujus causa non modo possibilis, sed etiam certa et manifesta est, quod aer ab efflato halitu primo commotus et per tubum delatus non diffunditur, ut in aperto aere, et per consequens ad aurem appellit eadem fere velocitate, qua exspirabatur. At in aere aperto aliter fit, ubi

motus primus diffunditur in orbes, eo modo quo videmus fieri in stagnante aqua, cui injectus sit lapis. Itaque velocitas, procedente undulatione, eo minor semper fit, quo longius proceditur a motus principio.

Secundum est, quod si quis tubo utatur breviore, sed cujus os loquenti obversum magis pateat, quam quod ad aurem applicatur, sic etiam receptus sonus fortior erit, quam per aerem apertum. Et causa eadem est, nempe, quod tanto minus diffunditur, quanto tubi os patulum a soni origine minus abest.

Tertium est, quod facilius est stanti intus in cubiculo ea exaudire, quæ dicuntur foris, quam foris stanti ea quæ intus; sunt enim fenestræ vel alii quilibet moti aeris aditus, pro tubi ore patulo. Et videri potest etiam ab ea causa auditui quorundam animalium non mediocriter prodesse, quod a natura patulis et capacibus auribus donata sint.

Quartum est, quod in litore maris existenti collisio duorum fluctuum ne e proximo quidem exaudiri potest, cum tamen totius maris sentitur ingens fremitus. Causa cujus rei videtur esse, quod collisiones singulæ, etsi sensorium moveant, non sunt tamen satis magnæ ad faciendam sensionem; quin autem cunctæ simul faciant sonum, nihil impedit.

Sonorum gravis et acuti, differentia.

3. Quod corporum percussorum aliud graviorem, aliud acutiorem sonum efficit, in causa esse potest differentia temporum, in quibus temporibus partes percussæ locisque suis pulsæ ad eadem loca rursus redeunt. Nam partium motarum in corporibus aliis quidem cita, in aliis tarda est restitutio. Unde etiam fit, ut partes organi a medio motæ modo citius, modo tardius conquiescant. Quanto autem

PARS IV. 29.

Sonorum gravis et acuti differentia.

frequentiores sunt percussiones sive itus et reditus partium, tanto tempore eodem sonus totus ab unico pulsu genitus ex pluribus et proinde minutioribus constat partibus. Quod enim in sono acutum, id in materia subtile est; utpote quæ ambo, sonus acutus, inquam, et materia subtilis ex partibus minutissimis, hic temporis, illa materiæ constituuntur.

Sonorum distinctio tertia neque nominibus, quibus usus sum, *clari* et *rauci*, neque ullis quod sciam aliis satis clare intelligi potest; itaque exemplis opus est. Quum raucum dico, sibilum intelligo, susurrum, stridorem, et quæ sunt, quocunque nomine, horum similia. Videntur autem hujusmodi soni facti a vi venti alicujus robustioris, opposita corpora duriora radentis potius quam percutientis. Contra autem, cum clarum dico, non intelligo sonum facile et distincte audibilem; nam et sibili sic clari sunt; sed talem, qualis est fragor, clamor, tinnitus, clangor, et fortasse uno verbo satis significanter, strepitus. Et quoniam sonus non fit nisi ex duorum ad minimum corporum concursu, in quo concursu necesse est, ut et actio fiat et reactio, id est, motus motui contrarius; fieri non potest quin, pro diversa proportione inter illos duos motus contrarios, alius atque alius oriatur sonus; et siquidem proportio illa tam magna sit, ut motus corporis unius ad motum alterius comparatus sit insensibilis, non erit eadem soni species; ut quando ventus fortis incidit obliquissime in corpus durum, vel corpus durum velociter fertur per aerem; tunc enim fit σύριγμος, sive sonus ille quem vocavi raucum.

Spiritus ergo ex ore cum violentia efflatus sibi-

lum facit, quia superficiem labrorum exiens radit, quorum reactio contra vim halitus non est sensibilis. Eadem autem causa est quare sibilant venti. Item si duo corpora quantumvis dura cum pressione mediocri confricentur, sonus quem faciunt sibilus est; sibilus autem quando fit ab aere radente, ut diximus, corporis alicujus duri superficiem, non videtur aliud esse, quam aeris in exiles et innumeras partes secundum longitudinem dissectio. Asperitas enim superficiei per innumerarum partium eminentias aerem incurrentem dissecat sive discindit.

4. Strepitus autem, sive sonus quem vocavi clarum, fit uno modo ex oppositis sibilis, altero modo quando duorum corporum collisione aut divulsione subita particulæ eorum subito commoventur, vel commotæ subito se restituunt; motusque is particularum medio impressus ad audiendi organum usque propagatus est; cumque, in ea collisione vel divulsione, conatus inest in particulis unius corporis conatui, qui est in particulis alterius, contrarius, fiet etiam similis conatuum, id est, motuum oppositio in organo audiendi. Unde et sonus inde genitus a duobus fiet motibus oppositis, id est, a duobus sibilis contrariis in una et eadem parte organi. Sibilus enim, ut modo diximus, motum unius tantum corporis supponit sensibilem. Est autem ab hoc motuum in organo occursu, quod corpora subito collisa vel diffracta videntur strepere.

Soni clari et rauci differentia, unde.

5. Quibus concessis, fragoris a tonitru causa esse potest, siquidem tonitrus non fit nisi a vehemente aeris e congelatarum nubium cavernis eruptione, ipsius glaciei subita diffractio. Necesse enim est in ea actione, non modo ut particulæ

Sonus a tonitru et a bombarde, unde.

PARS IV. 29.

minutæ diffractarum partium longe lateque concutiantur, sed etiam ut concussio illa aeri communicata ad organum audiendi deferatur, atque in ipsum imprimatur. Deinde a reactione organi prima fit ille sonus primus et fortissimus, quem partes, dum se restituunt, efficiunt per collisionem, et qui vocatur fragor. Quoniam autem in omni concussione fit reciprocatio ituum et redituum partium concussarum; nam motus contrarii extinguere se mutuo, nisi interveniente tempore, non possunt, ut ostensum est (capite VIII. artic. 11); necesse est, ut sonus perseveret simul et paulatim debilitetur, donec actio reciprocantis aeris tam debilis fiat, ut non amplius sentiatur. Patet ergo soni a tonitru, tum primi illius fragoris, tum ejus qui sequitur fremitus causa possibilis.

Unde, tibiis inflatis, sonus clarus.

6. Causa item, quare sonus tibiarum, etsi ab inflatione generetur, clarus tamen est, eadem est cum causa soni qui fit per collisionem. Nam si spiritus in tibiam inflatus superficiem ejus concavam tantummodo radat, vel in eam incidens faciat angulum incidentiæ valde acutum, sonus fiet non clarus, sed sibilus. Quod si faciat angulum majorem, fiet percussio contra fistulæ concavum ad unam partem, et inde repercussio ad partem adversam, et deinde repercussiones plures eodem modo, donec tandem tota tibiæ superficies et percutietur et concutietur, fietque ituum et redituum reciprocatio ut in collisione; quæ reciprocatio cum ad organum propagabitur, a reactione organi orietur sonus clarus, sicut in collisione vel diffractione.

Ad eundem modum fit in voce humana. Nam spiritu libere emisso, et cavitates per quas trans-

mittitur leviter stringente, fit sonus raucus. Sin spiritus in laryngem fortiter impingat, fit sonus clarus, ut in tibia; idem autem spiritus a vario appulsu ad palatum, linguam, labra, dentes, aliaque loquendi organa, varie in voces articulatur.

Sonus reflexus.

7. Sonum, qui generatur per motum a sonante, in linea recta, non reflexa, appello *primarium;* illum vero qui generatur per reflexionem, sive per unam sive per plures, *reflexum,* eundem qui et *echo* nominatur, et toties iteratur quot ad aurem fiunt reflectiones. Fiunt autem reflectiones propter montes, muros, aliaque corpora resistentia, ita collocata, ut motum reflectant pro numero magis vel minus sæpe, et pro intervallis magis minusve confertim. Causa utriusque rei in situ reflectentium quærenda est, quemadmodum etiam fieri solet in visione. Eædem enim utrobique sunt reflectionum leges, nimirum, ut anguli incidentiæ et reflectionis sint inter se æquales.

Itaque, si in sphæroide cava ex materia solida et interne polita, vel in duabus conoidibus parabolicis rectis conjunctisque ad basem communem, ad unum umbilicorum statuatur *sonans,* ad alterum auris, sonus audietur multis gradibus major quam in loco aperto; idque ob causam eandem, propter quam in iisdem locis res combustibiles a radiis solaribus comburuntur. Sed ut objectum visibile, in uno umbilico positum, non videtur in altero distincte, propterea quod in omni linea, quæ a concava superficie ad oculum reflectitur, videtur omnis pars objecti, unde oritur visio confusa; sic neque sonus, qui per easdem defertur lineas reflexas, articulatim aut distincte audietur. Atque inde fieri potest ut vox, quæ in cameratis templis

PARS IV. 29.

e cathedra profertur, etsi cameratio neque elliptica neque parabolica sit, tamen quia a tali figura non longe abest, non tam articulatim quam absque cameratione sentietur.

Sonus æquabilis et diuturnus, unde.

8. Circa sonorum æquabilitatem et durationem, quarum causa communis est, observare possumus, quod corpora illa, quæ percussa sonum inæquabilem seu asperum reddunt, sunt valde heterogenea, id est, ex particulis constantia tum figura, tum duritie dissimilibus; qualia sunt ligna, saxa, aliaque non pauca. Itaque, quando sunt percussa, eorum particulæ interne concutiuntur quidem et rursus se restituunt; motum autem non similiter recipiunt, neque in se invicem eodem modo agunt; sed dum aliæ ab ictu resiliunt, aliæ, quæ jam ante resiluerant, redeunt, et proinde se mutuo aliæ alias aliter sistunt. Contingit hinc non modo ut motus fiat inæquabilis sive asper, sed etiam ut reciprocatio illa itionum et reditionum cito extinguatur. Quando ergo motus iste ad aurem propagatur, sonus etiam, inde generatus, et brevis erit et inæquabilis. Contra, si corpus percussum non modo satis durum sit, sed etiam particulæ ex quibus constat tum duritie, tum figura inter se sint similes, ut fit in vitro et metallis quæ post liquefactionem induruere, sonus fiet, propter itiones et reditiones similes et uniformes, æquabilis et amœnus; idemque pro magnitudine corporis percussi magis minusve diuturnus. Quare soni æquabilis et asperi, brevis et diutini causa possibilis una eademque esse potest, corporis sonum reddentis partium internarum tum quoad figuram tum quoad duritiem similitudo et dissimilitudo.

Præterea, si fuerint duo corpora plana ex eadem

PARS IV. 29.

materia æque crassa, sonum reddentia æquabilem, diutius audietur sonus ejus, quod in majorem extenditur longitudinem. Motus enim, qui in utroque incipit a puncto percussionis, per majus spatium in majore corpore propagandus est, et per consequens, in majore tempore. Itaque in majore tempore partes motæ rursus redeunt. Quare itiones et reditiones singulæ in majore tempore absolvuntur, et delatæ ad aures sonum efficiunt diuturniorem. Manifestum autem hinc est, æquabiliter sonantium, diutius sonare, cæteris paribus, corpora dura in orbem concavum conflata, quam in planum. Nam in lineis circularibus, actio a quolibet puncto incipiens nullum habet propagationis finem a figura præstitutum, quia linea, in qua propagatur, redit rursus ad principium, ita ut per figuram non stet, quin motus progressio fiat infinita. At in plano, progredi actio longius non potest, quam est lineæ rectæ finita magnitudo. Existente ergo corporis percussi eadem materia, motus partium orbis cavi diuturnior erit, quam partium plani.

Item, si chorda tensa ab utroque termino corpori cavo affixa sit et percussa, diutius sonabit quam non affixa. Propterea quod tremor sive reciprocatio illa percussæ chordæ, mediante connexione, etiam ipsi cavo corpori communicatur. Is autem tremor corpori cavo et magno impressus, diutius durabit propter magnitudinem; quare, per modo ostensa, diutius sonabit.

Quomodo sonus juvari et impediri a vento potest.

9. Contingit autem in auditu, aliter quam in visu, ut actio medii a vento secundo quidem fortior, ab adverso debilior fiat. Cujus rei causa non videtur aliunde esse posse, quam a soni et

PARS IV. 29.

Quomodo sonus juvari et impediri a vento potest.

luminis diversa generatione. Nam in generatione luminis, singulæ partes medii, ab objecto ad oculum, non moventur e locis suis ad loca alia sensibiliter dissita, sed propagatur actio in spatiis imperceptibilibus; ita ut neque ventus adversus minuere, neque secundus augere lumen possit, nisi ipsum objectum una auferat, vel una admoveat oculo. Nihil enim venti, id est, aeris moti inter objectum et oculum interpositio diversum agit ab eo, quod ageret aer tranquillus. In perpetua enim pressione, una parte aeris avecta, pars alia succedens eandem suscipit impressionem quam ante susceperat pars avecta. At in generatione soni, in prima collisione vel diffractione, aeris pars eadem per spatium notabile, et quidem notabili velocitate excutitur et loco pellitur; et mox, propter remotiorum partium laxiores orbes dissipatus, languescit motus ejus. Itaque excussum aerem, qui sonum efficit, excipiens ventus totum movet, secundus quidem propius ad aurem, adversus vero ab aure longius; et proinde fit, ut vento flante ab objecto, audiatur sonus tanquam e loco propinquiore; flante in contrarium, tanquam e loco remotiore; existente nimirum actione hinc debiliore, illinc fortiore, propter distantias inæquales.

Intelligitur hinc qua ratione fieri potest, ut ventriloqui, vocem e propinquo proferentes, audiantur tamen a non animadvertentibus tanquam loquuti e longinquo. Nulla enim de loco, unde vox emittitur, præexistente opinione, de eo judicant audientes per soni claritatem, debilem ut longinquam, fortem ut propinquam æstimantes. Ventriloqui ergo formantes vocem, non ut alii, per spirituum

explosionem, sed per attractionem in pulmones, exilem reddunt, quæ iis, qui neque artificium suspicantur neque loquentis conatum animadvertunt, debilitate sua imponit, pro debili apparens longinqua.

Non solus aer, sed quantumlibet dura corpora sonum deferunt.

10. Quod attinet ad audiendi medium, non est medium aer tantum, nam et aqua, et quodlibet aliud corpus etiam durissimum, audiendi medium esse potest. In quolibet enim corpore continuo, motus propagatur in perpetuum; sed propter difficultatem movendi partes corporum durorum, fit ut in exitu e materia dura, motus imprimatur aeri debilissimus. Attamen, si alicujus trabis longissimæ, simul et durissimæ, alter terminus percutiatur, et ad oppositum terminum applicata sit auris, ita ut quicquid aeris ab actione trabis in exitu concutiatur, id totum exceptum ab aure ad tympanum feratur, sonus satis vividus audietur.

Similiter noctu, id est, omni alio strepitu, qui sonum impedire possit, cessante, si quis aurem terræ applicet, audibit sonitum pedum hominum prætergredientium, idque ad distantiam satis magnam, quia motus, quem pedes terræ imprimunt eam calcando, ad aurem propagatur per terræ pedibus percussæ partes summas.

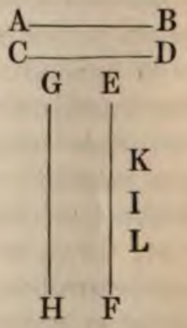
Gravis et acuti et concentus causa.

11. Gravis et acuti differentiam in eo consistere supra ostendimus, quod quanto brevius est tempus itionis et reditionis partium percussarum, tanto sonus est acutior. Quanto autem materia percussa vel gravior est (magnitudine eadem) vel minus tensa, tanto etiam itus reditusque tardius absolvuntur. Itaque, cæteris paribus, graviora corpora et laxius tensa, quam leviora et magis tensa graviorem reddunt sonum.

PARS IV.
29.

Gravis et acuti et concentus causa.

Circa sonorum concentum, considerandum est quod reciprocatio sive vibratio aeris, ex quo efficitur sonus, postquam ad tympanum auris appulerit, aeri, qui in ipso est inclusus ipsique congenitus, imprimit vibrationem similem, ex qua fit ut latera tympani interne percutiantur alternatim. Concentus autem duorum sonorum est, quando tympanum spatiis temporum æqualibus et crebris ictum ab utroque sonante simul accipit. Itaque, si duæ chordæ vibrationes suas inter se tempore æquales habent, (ἰσοχρόνȣς vocant), fiet concentus exquisitissimus; nam latera tympani, id est, organi auditorii, hinc et inde pulsabuntur simul. Exempli causa, si chordæ A B, C D æquales simul pulsentur, vibrationisque latitudines æquales habeant, E F, G H, et sit puncta E, G, F, H in ipsa tympani concava superficie, ab utraque autem chorda simul pulsetur tympanum in E et G, et rursus simul in F et H: adeo erit ab utriusque chordæ vibratione sonus similis, ut possit haberi pro eodem; qui est concentus maximus, et unisonus appellatur. Rursus, retenta chordæ A B vibratione per E F, eadem quæ prius erat, tendaturque chorda C D donec vibratio ejus duplo velocior sit quam ante, et dividatur E F bifariam in I. Quo tempore ergo chordæ C D fit vibrationis pars una a G ad H, eodem tempore fit una pars vibrationis chordæ A B ab E ad I. Et quo tempore chordæ C D fit altera pars vibrationis retrorsum ab H ad G, eodem tempore confecta erit vibrationis chordæ A B pars altera ab I ad F.



Sed puncta F et G sunt in organi lateribus; ferient ergo organum simul, non quidem temporibus singulis sed alternis; qui concentus exquisitissimo est proximus, et sonus octavæ. Rursus, vibratione chordæ A B manente eadem, tendatur C D, donec vibratio ejus velocior sit vibratione chordæ A B in ratione 3 ad 2. Dividaturque E F trifariam in K et L. Quo tempore ergo vibrationis chordæ C D conficitur pars tertia a G ad H, conficitur vibrationis chordæ A B pars tertia, id est, $\frac{2}{3}$ rectæ E F, nempe E L, et quo tempore vibrationis chordæ C D pars altera conficitur, nempe H G, vibrationis chordæ A B conficietur pars secunda, nempe ab L ad F et rursus ab F ad L. Denique chordæ C D confecta vibratione postrema a G ad H, conficietur chordæ A B vibrationis pars ultima, ab L ad E. Sunt autem puncta E et H ambo in lateribus organi; quare singulis temporibus tertiis ferietur organum ab utriusque vibratione simul, et fiet concentus quintæ.

Phænomena ad olfactionem.

12. Ad odorum causam cognoscendam, testibus utemur phænomenis quæ sequuntur. Primo, olfactionem a frigore impediri, a calore adjuvari. Secundo, spirante vento ab odorato, olfactionem fortiorem, et contra, spirante vento ab olfaciente versus odoratum, debiliorem fieri; quorum utrumque verum esse in canibus vestigia ferarum olfactu persequentibus, experientia satis manifestum est. Tertio, corpora, quæ fluido minus sunt pervia, minus etiam olfici posse, quam ea quæ sunt magis pervia; ut videre est in lapidibus et metallis, quæ comparata cum plantarum animaliumque partibus, fructibus et excretionibus, odorem minimum aut nullum habent. Quarto, ea quæ suapte natura

PARS IV. 29.

odorem faciunt, contrita fortiorem facere. Quinto, inhibita respiratione, saltem in hominibus, olfactionem tolli. Sexto, obstructis naribus, hiante ore non fieri olfactum.

Organum olfactionis primum, et olfactionis generatio.

13. Ex quinto et sexto phænomeno, manifestum est organum olfactionis primum et immediatum esse cuticulam narium intimam, illamque ejus partem quæ est citra meatum narium et palati communem. Cum enim spiritum per nares ducimus, ad pulmones ducimus. Est ergo spiritus odorem vehens in ea via, qua spiritus fertur ad pulmones, id est, in ea parte narium, quæ est citra meatus per quos transit spiritus; nam odor non sentitur neque ultra quam fertur spiritus, neque antequam in nares recipiatur.

Quoniam autem aliter atque aliter sentientibus necesse est fieri in organo aliquam mutationem, et est mutatio omnis motus, necesse etiam est in olfactione partes organi, id est, cuticulæ illius internæ pro varietate odorum varie commoveri; et proinde nervos etiam, qui cuticulæ inseruntur.

Cumque ostensum sit, moveri posse nihil, nisi a moto et contiguo corpore, neque est inter olfaciendum ullum aliud corpus narium membranæ internæ contiguum præter spiritum, id est, præter attractum aerem, et ea, si qua sunt, corpuscula solida invisibilia, quæ sunt aeri intermista, necessario sequitur causam olfactionis esse motum illius aeris puri sive substantiæ æthereæ, vel motum illorum corpusculorum. Sed motus ille effectus est ab objecto odorato; necessario ergo movetur, vel objectum ipsum totum, vel partes ejus singulæ. Odorata autem odorem facere scimus, etsi non tota moveantur. Est ergo causa odoris

PARS IV. 29.

Organum olfactionis primum, et olfactionis generatio.

motus partium rei odoratæ invisibilium. Partes autem hæ invisibiles vel exeunt ab objecto, vel retinentes situm, quem ante cum cæteris partibus habebant, una cum illis moventur, hoc est, motum habent simplicem et invisibilem. Qui exire e corpore odorato aliquid dicunt, effluvia appellant; suntque vel substantiæ æthereæ effluvia, vel corpusculorum illi interspersorum.

Quod autem varietas odorum ab effluviis nascatur corpusculorum substantiæ æthereæ interspersorum, incredibile faciunt, primo, quod unguenta quædam, eaque mole exigua, odorem emittant fortem, non modo per spatia loci, sed etiam per spatia temporum longissima, quæque in omni puncto spatii illius sentiri possunt; adeo ut partes effluxæ spatium complere debeant, plusquam decies millies majus quam est ipsum totum; quod est impossibile. Secundo, quod sive effluxus ille fiat motu recto, sive motu curvo, si totidem effluxerint ex alio quolibet odorato eodem motu, sequeretur omnia odorata similem habere odorem. Tertio, quod effluviis illis motum habentibus valde celerem, ut manifestum est ex eo, quod ad distantiam satis magnam emissus e caverna odor tetrus subito sentitur; oporteret eo solo motu fieri olfactionem, quandoquidem effluviis ad organum accessus non occluditur. Id vero non fit; nam nisi halitum nostrum per nares attrahamus, olfactio non sequetur. Non fit ergo olfactio per effluvium atomorum. Neque vero fit, propter eandem rationem, per effluvium substantiæ æthereæ. Olfaceremus enim et sic, sine animæ retractione. Præterea, cum in omnibus corporibus odoratis similis sit inclusa substantiaætherea, similiter etiam organum affi-

cerent, et proinde odores omnium rerum essent similes.

Restat ergo, ut olfactionis causa sit motus partium odorati simplex, absque ulla e toto suo effluctione; quo motu propagatur per medium aerem usque ad organum motus similis, sed per se non satis vehemens ad excitandam sensionem sine aeris per respirationem attractione. Quæ quidem causa olfactionis est possibilis.

Quomodo a calore et a vento adjuvatur.

14. Quare autem olfactio a frigore impeditur, a calore adjuvatur, causa esse potest, quod calor (ut supra ostensum est, cap. XXI.) generat motum simplicem; quare etiam præexistentem auget; aucta autem odoris causa, odor ipse augebitur.

Ventus autem ab odorato odorem fortiorem reddit eandem ob causam, propter quam idem facit attractio aeris in respiratione. Nam qui proximum aerem attrahit, facit ut remotior, etiam ubi est objectum odoratum, attrahatur; qui motus aeris ventus est, et a vento, qui spirans ab objecto illi secundus est, augetur.

Cur corpora minime odorata sunt, quæ minimum habent intermisti ætheris.

15. Quod corpora, in quibus ætheris minimum continetur, ut lapides et metalla, minus oleant quam plantæ et animalia, causa esse potest, quod motus odorificus fluidarum partium solarum motus est, quæ partes, si quem motum habent a partibus duris in quibus continentur, eundem aperto aeri communicant et ad organum propagant. Ubi ergo nullum inclusum est fluidum, ut in metallis, vel ubi fluidum nullum a partibus duris motum accipiunt, ut in lapidibus qui duri sunt per accretionem, nullus erit odor. Itaque et aqua, quæ nullum aut minimum habet partium motum, odorem nullum habet. Eadem autem aqua, si a semine et calore

solis elevetur simul cum particulis terræ in plantam, exudans postea erit odorata, ut e vite vinum. Ut autem ex aqua per plantas transeunte fit liquor odoratus a motu partium plantæ, ita etiam ex aere per easdem plantas, dum generantur, pervadente, fiunt odoratæ auræ. Similiterque contingit succis spiritibusque animalium congenitis.

Quare odorata contrita magis olent.

16. Odorata a contritu odoratiora fieri possunt, ab eo quod, cum in partes multas odoratas conterantur, fit ut aer, qui ab objecto versus organum trahitur per respirationem, transit per eas partes, singulas lambens, et earum motum recipit; quando vero nondum contritum est, lambit aer integræ quidem molis superficiem, sed ea multo minor est superficiebus simul omnibus partium, quæ fiebant a contritu; et proinde idem odoratum debiliorem odorem facit integrum, quam comminutum. Et de odore quidem tantum esto.

Organum gustandi. Et cur sapores quidam nauseam faciunt.

17. Sequitur gustus, cujus generatio a generatione visus, auditus, et olfactus, in eo differt, quod in illis objecti remoti sensio est; in gustu, nisi contigui, non est, neque gustamus quicquam quod non vel linguam vel palatum, vel utrumque, immediate tangat. Ex quo intelligitur, linguæ et palati cuticulas ipsisque insertos nervos organum esse gustandi primum; et quia, partibus horum concussis, necessario etiam concutitur meninx tenera, actionem ad cerebrum atque inde ad organum ultimum, nempe ad cor ipsum, propagari, in cujus reactione consistit natura sensionis.

Quod autem sapores, quemadmodum et odores, non modo cerebrum movent, sed etiam ventriculum, ut videre est in nauseantibus; qui organum utriusque sensionis considerant, minime mirabuntur,

PARS IV. 29.

cum linguæ, palati, et narium una eademque sit cuticula continua, a meninge dura derivata.

Ex eo vero quod gustus non fiat, nisi ubi contigua sunt organum et objectum, manifestum est in sensu gustandi effluvia quod agant nihil esse.

Qua motuum diversitate diversa saporum genera, quæ sunt innumerabilia, distinguantur nescio. Possem cum aliis, a diversitate figurarum atomorum, ex quibus unumquodque sapidum constituitur, vel a diversis motibus, quos illis atomis, per modum suppositionis, attribuere possem, non sine verisimilitudine aliqua conjectari: dulcibus, motum circularem lentum et figuras sphæricas esse, quibus mulcetur organum: amaris, motum circularem vehementem et figuras angulosas, quibus atteritur organum: acidis, motum rectum et reciprocum figurasque oblongas, latitudine minima, quibus vulneratur organum: et similiter cæteris saporibus, aliquid vel in motu vel in figuris atomorum excogitare, quod videri posset verisimile, si transfugere statuissem a philosophia ad divinationem.

Tactus organum primum, et quomodo cognoscuntur objecta tactui cum cæteris sensibus communia.

18. Tactu sentiuntur calida quidem et frigida etiam remota; cætera, ut durum, molle, asperum, læve, non nisi contigua. Organum tactus est membrana quælibet meningi teneræ continua, quæ per totum corpus ita diffusa est, ut nulla pars corporis premi possit, quin prematur etiam ipsa. Sentiuntur itaque quæ premunt, ut durum vel molle, id est, magis vel minus durum. Sensio autem asperi nihil aliud est, quam innumeræ sensiones duri et duri sibi invicem et brevissimis temporis et loci intervallis succedentium. Itaque asperum et læve, sicut et magnitudo et figura, non solo tactu sed memoria cognoscuntur. Tactus

enim in puncto fit aliquando, sed asperum, læve, quantitas et figura non sentiuntur sine fluxu puncti, id est, sine tempore; tempus autem sentire, memoriæ opus est.

CAPUT XXX.

DE GRAVITATE.

1. Densum plus materiæ non continet loco pari, quam rarum. 2. Descensum gravium non esse ab ipsorum appetitu, sed a vi aliqua telluris. — 3. Differentia gravitatum oritur a differentia impetuum, quibus gravium elementa impingunt in terram.—4. Descensionis gravium causa.—5. In qua ratione descensus gravium acceleratur.—6. Cur urinatores aquæ, cui se immergunt, non sentiunt pondus.—7. Corpus in aqua natans æquiponderat aquæ tantæ, quantæ capax est spatium a parte immersa occupatum. — 8. Quantalibet moles corporis aqua levioris natabit in quantitate aquæ quantumlibet exigua. 9. Quomodo fiat ut e vase aqua in altum sublata ab aere expellatur.—10. Cur vesica inflata gravior est quam flaccida. 11. Causa ejectionis gravium in altum e canone sclopeti pneumatici. — 12. Causa ascensionis aquæ in thermometro. 13. Causa motus sursum in animalibus. — 14. Esse in natura corporis genus aere gravius, nec tamen sensu ab aere distinguendum. — 15. De causa virtutis magneticæ.

1. Capite vicesimo quarto, densum et rarum, prout locus ille postulabat, ita definivi, ut per densum magis resistens, per rarum minus resistens, significaretur, consuetudinem eorem sequutus, qui de refractione ante me disseruerunt. Cæterum, si eorundem vocabulorum significationem veram et vulgarem consideraverimus, inveniemus ea nomina esse collectiva, id est, nomina multitudinis; densum quidem, quod dati spatii multas partes occupat, rarum, quod ejusdem vel æqualis spatii partes

Densum plus materiæ non continet loco pari, quam rarum.

PARS IV. 30.

ejusdem magnitudinis continet pauciores. Densum ergo idem est quod frequens, ut densa caterva; rarum idem quod infrequens, ut rara acies, rara tecta: non ut sit in loco quolibet plus materiæ quam in alio loco æquali, sed plus certi alicujus corporis nominati. Nam in solitudine quam in urbe, si spatium idem sit, non est minus materiæ, sive corporis indefinite sumpti, sed minus tectorum, minus hominum. Neque in acie densa, plus corporis, sed plus militum quam in rara. Partium itaque intra idem spatium contentarum multitudo, et paucitas, sive illæ partes vacuo separentur sive aere, densitatem facit et raritatem, quarum consideratio ad philosophiam non magni est momenti. Ea ergo missa faciemus, transibimusque ad inquisitionem causarum gravitatis.

Descensum gravium non esse ab ipsorum appetitu, sed a vi aliqua telluris.

2. Gravia autem dicimus corpora illa, quæ, nisi vi aliqua impediantur, feruntur versus telluris centrum, idque, quantum sensu percipere possumus, sponte sua. Itaque in ea opinione fuerunt philosophi; alii quidem, ut descensum gravium appetitum aliquem esse putarent internum, quo projecta sursum rursus descendant, mota a seipsis, ad locum naturæ suæ convenientem; alii autem, ea a terra attrahi. Prioribus illis assentiri non possum, quoniam in superioribus videor mihi satis clare demonstrasse, initium motus, nisi ab externo et moto, nullum esse posse; et proinde ea, quæ semel in quamcunque plagam motum aut conatum habent, in eandem plagam itura semper, nisi ab externo aliquo reagente impediantur. Quare et gravia sursum mota, nisi per motum externum, dejici non possunt. Præterea, corpora inanimata appetitu suo insito, cum appetitum nullum habeant,

conservationis suæ causa, quam causam non intelligunt, locum, ubi sunt, deserere et in alium se transferre, cum homo, qui et appetitum habet et intellectum, ne conservandæ quidem vitæ causâ ultra tres quatuorve pedes se attollere saltu potest, perridiculum est. Denique corpori creato attribuere potentiam seipsum movendi, quid aliud est, quam creaturas esse dicere quæ a Creatore non dependeant? Posterioribus, qui descensum gravium telluris attribuunt attractioni, assentior quidem; sed quo id modo fiat, a nemine explicatum est. De modo igitur et via actionis terræ in attrahendis gravibus, aliquid hoc loco dicendum est.

Differentia gravitatum oritur a differentia impetuum, quibus gravium elementa impingunt in terram.

3. Ex supposito motu solis simplice congregari homogenea, dissipari heterogenea, demonstratum est, cap. XXI. art. 5. Supposuimus etiam interspersa esse ætheri corpuscula quædam, sive, ut vocant alii, atomos, præ nimia exiguitate invisibiles, easdemque consistentia, figura, motu, et magnitudine differentes; ex quo fit ut earum aliæ ad terram, aliæ ad planetas alios congregentur; aliæ vero in spatiis mediis circumferantur. Quoniam autem atomi, quæ ad tellurem deferuntur, figura, motu, et magnitudine inter se differunt, incident in terram cum impetu aliæ majore, aliæ minore: cumque gravitatis gradus non aliter æstimemus, quam per earum in terram cadentium majorem minoremve impetum, magis gravia dicenda ea sunt, quorum impetus est major, et minus gravia, quorum impetus est minor. Inquirendum ergo est, quo modo fieri potest, ut corporum e sublimi in terram descendentium, alia majore alia minore ferantur impetu; id est, ut alia aliis sint graviora. Videndum est etiam, quo modo corpus

PARS IV. 30.

Descensionis gravium causa.

quodlibet terræ insidens a terra ipsa in sublime efferri possunt.

4. Sit jam (in fig. 2) centro C circulus in superficie terræ maximus transiens per A et B; sit autem et grave quodlibet, puta saxum A D, in plano æquatoris ubicunque; concipiaturque saxum ab A D emissum perpendiculariter, vel quomodocunque evectum usque ad E, ibi quiescere. Quantum ergo spatii saxum occupaverat in A D, tantundem occupat nunc in E. Cum ergo non concedatur locus vacuus, replebitur spatium A D a confluente aere, facto initio a locis terræ proximis, et deinde a remotioribus successive. Centro C intelligatur ductus circulus per E, et spatium planum inter superficiem terræ et circumferentiam, quæ transit per E, divisum esse in orbes planos æquales et concentricos; quorum primus sit is, qui continetur a duabus perimetris per A et D.

Dum ergo aer, qui est in orbe primo, replet locum A D, fit ipse orbis tanto minor, et proinde latitudo ejus minor quam recta A D; quare tantundem aeris necessario descendet ab orbe proxime superiore. Similiter propter eandem causam fiet rursus descensus aeris ab orbe proxime adhuc superiore, atque ita demum ab eo ipso orbe, in quo quiescit saxum ad E; vel ergo ipsum saxum descendet, vel tantundem aeris: cumque facilius a revolutione telluris diurna excutiatur aer, quam saxum, aer, qui est in orbe ipsum saxum amplectente, altius excutietur quam ipsum saxum. Hoc autem fieri non potest sine admisso vacuo, nisi tantundem aeris descendat ad E, a loco proxime altiore; quo facto saxum deorsum trudetur. Habet ergo jam saxum descensus sui initium, id est,

gravitationem. Cæterum quod semel movetur, movebitur (ut ostensum est, capite VIII. art. 19) eadem semper via et eadem celeritate, nisi ab externo motore retardetur vel acceleretur. Aer autem, quod solum corpus interponitur inter terram A et sublime saxum E, per totam rectam E A idem facit quod in E; sed in E depressit saxum; deprimet ergo idem etiam in omni puncto rectæ E A, et æqualiter; saxum ergo descendit ab E ad A motu accelerato. Causa ergo descensus gravium sub æquatore possibilis est motus telluris aliquis. Eadem autem erit demonstratio, si statuatur saxum in plano cujusvis circuli æquatori paralleli. Motus autem, quo aer a terra rejici potest, nullus in terra concipi potest præter illum, quem explicui motum circularem simplicem, quo movetur etiam terræ centrum. Nam motus corporis super centrum sui ipsius figuræ non conatur ad ullum locum extra seipsum. PARS IV. 30.

In qua ratione descensus gravium acceleratur.

5. Posita, quam diximus, descensionis gravium causa, sequetur eorum motum eo modo accelerari, ut spatia, quæ temporibus singulis percurruntur, in ratione sint eadem in qua sunt numeri deinceps ab unitate impares. Nam divisa recta E A in partes quotcunque æquales, grave descendens, propter motum hunc terræ nunquam cessantem, singulis temporibus in singulis punctis rectæ E A, singulos patitur novos impulsus ab aere æquales. Novos ergo singulis temporibus acquirit celeritatis gradus æquales. Sequitur inde, ex demonstratis a Galilæo in dialogis de motu, descendere gravia iis spatiorum singulis temporibus percursorum differentiis, quæ sunt differentiæ incipientium ab unitate numerorum quadratorum. Quadrata autem deinceps ab unitate sunt 1, 4, 9, 16, &c.; eorum

PARS IV. 30.

differentiæ sunt 1, 3, 5, 7, &c. id est, numeri ab unitate deinceps impares.

Contra gravitatis causam allatam, nempe aeris superioris impulsum, objicietur fortasse, quod grave etiam in fundo collocatum alicujus tubi concavi ferrei vel adamantini, inverso fundo descensurum esse; fieri tamen non posse ut aer superior ipsum depellat, multoque minus ut motum ejus acceleret. Considerandum autem est, hujusmodi tubum vel cavernam esse non posse, quæ non ipsi terræ innitatur, innixumque una cum terra motu hoc aerem rejiciente circumferatur. Quo facto, fundus tubi pro superficie erit terræ, aeremque imum excutiens faciet ut aer summus grave in summo tubo positum, eo modo qui supra explicatus est, depellat.

Cur urinatores aquæ, cui se immergunt, non sentiunt pondus.

6. Cum tanta sit quantam experimur aquæ gravitas, quæsitum est a nonnullis, qui fieri potest, ut urinatores in quantamcunque profunditatem aquæ se immergant, incumbentis tamen sibi aquæ molis pondus nunquam sentiant? Cujus rei causa videtur esse hæc: quod unumquodque corpus quo gravius est, tanto deorsum tendit conatu majore. Sed corpus humanum mole aquæ, quæ ipsum magnitudine æquat, gravius est. Est ergo corporis humani, quam aquæ, conatus deorsum major. Et quia omnis conatus motus est, feretur etiam versus fundum motu velociore corpus humanum, quam tantundem aquæ. Major ergo est reactio fundi; et conatus sursum par conatui deorsum, sive prematur aqua ab aqua, sive a corpore, quod sit aqua gravius. Itaque a paribus oppositis conatibus, conatus aquæ uterque tollitur, et proinde premere urinatorem non potest.

PARS IV. 30.

Coroll Manifestum etiam est, aquam in aqua non gravitare, propterea quod partes aquæ æquali conatu ad fundum una conantur omnes, et per easdem rectas superiores et inferiores.

Corpus in aqua natans æquiponderat aquæ tantæ, quantæ capax est spatium a parte immersa occupatum.

7. Si corpus quodlibet aquæ innatet, pondus ejus ponderi æquale est molis aquæ tantæ, quantam capit locus, quem occupat natantis corporis pars aquæ immersa.

Sit enim (in figura tertia) A B C D aqua, cui innatet corpus E F. Et pars quidem aliqua E supra aquam emineat, reliqua autem pars F sit submersa. Dico pondus totius corporis E F æquale esse ponderi tantæ aquæ, quantam capit spatium F. Quoniam enim fit a pondere corporis E F, ut aqua exiens e spatio F collocetur super aquam summam in A B, atque ibi collocata deorsum premat, ex quo sequitur per resistentiam fundi conatus sursum; et quia rursus, ab aquæ conatu sursum, elevatur corpus E F, si conatus corporis E F deorsum et conatus aquæ sursum non sint æquales, corpus E F aut descendet ad fundum, vel totum erit extra aquam; propterea quod conatus eorum, id est, momenta non sunt æqualia. Sed supponitur stare E F, ita ut neque ascendat neque descendat. Stant ergo in æquilibrio, id est, pondus corporis E F æquale est ponderi aquæ, quam capit spatium F: quod erat probandum.

Quantalibet moles corporis aqua levioris natabit in quantitate aquæ quantumlibet exigua.

8. Sequitur hinc fieri posse, ut corpus quantævis magnitudinis, modo ex materia constet minus gravi quam est aqua, aquæ tamen innatet quantulæcunque.

Sit enim (in figura quarta) vas A B C D, et in eo corpus E F G H, ex materia minus gravi quam est aqua. Spatium autem A G C F aqua impleatur.

PARS IV. 30.

Quantalibet moles corporis aqua, etc.

Dico corpus E F G H descensurum non esse ad fundum D C. Cum enim materia corporis EFGH minus gravis sit quam aqua, si totum spatium extra A B C D esset plenum aquæ, pars corporis EFGH aliqua, puta E F I K, extaret supra aquam; et pondus aquæ, quam caperet spatium I G H K, æquale esset ponderi totius corporis E F G H; et proinde G H non tangeret fundum D C. Utrum autem latera vasis dura sint an fluida, nihil refert; inserviunt enim solummodo ad aquam terminandam, quod æque fit ab aqua et ab alia qualibet materia quantumvis dura; nam et aqua, quæ est extra vas, determinatur alicubi, ut ulterius diffluere non possit. Extabit ergo pars EFIK supra aquam, etiam in vase A D C B conclusam. Innatabit ergo corpus E F G H in aqua A G C F quantulacunque: quod erat demonstrandum.

Quomodo fiat ut e vase aqua in altum sublata ab aere expellatur.

9. Capite vicesimo sexto, articulo quarto, allatum est ad probandum vacuum, experimentum aquæ vasi inclusæ, quæ, dato superne exitu, sursum ejicitur pulsa ab aere. Quæritur ergo, quoniam aqua aere gravior est, quomodo id fieri potest. Consideretur dicti capitis XXVI. figura secunda, ubi aqua in spatium F G B magna vi injecta erat per syphonem. In ea injectione, per injectam aquam aer inter syphonis latera et embolum eadem vi penetrans e vase exivit, sed purus: corpuscula enim illa quæ aeri interspersa esse et motu simplici moveri ante supposuimus, una cum aere puro penetrare aquam non potuerunt. Manentia autem necessario compulsa sunt in locum arctiorem, nimirum in spatium quod est supra F G. Motus ergo corpusculorum minus minusque liberi erunt, prout major aquæ copia est quæ injicitur. Continget

PARS IV. 30.

ergo ea corpuscula motibus suis mutuo in se invicem impingentia, se mutuo comprimere, conatumque habere perpetuum sese liberandi, et aquam obstantem deprimendi. Dato ergo superne exitu, aqua prope exitum existens conatum habebit ascendendi. Necessario ergo exibit; exire autem non potest, nisi una tantundem intret aeris. Exibit ergo aqua et intrabit aer, donec corpuscula illa, quæ intra vas relicta erant, libertatem motus pristinam recuperaverint, id est, donec vas rursum aere repletum sit, nec relinquatur aqua ad obturandum foramen B satis alta. Ostensa est ergo hujus phænomeni causa possibilis, nimirum, eadem quæ tonitrus. Nam ut in generatione tonitrus corpuscula in nubibus conclusa, simulatque nimium comprimuntur, rumpunt suo motu nubes, et sese in libertatem naturalem vindicant, ita hic corpuscula conclusa in spatio supra rectam F G, motu proprio per datum superne exitum expellunt aquam; negato autem exitu, iisdemque corpusculis ab injectione aquæ perpetua vehementius compressis, vas ipsum tandem cum fragore rumperetur.

Cur vesica inflata gravior est quam flaccida.

10. Si tubo vel vesicæ aer sit inflatus, pondus ejus aliquantulum augebitur; ut data accuratissima opera a nonnullis expertum est. Neque hoc mirandum est, siquidem in aere communi corpuscula non fluida multa, ut supposuimus, sunt intermista. Ea enim corpuscula aere puro sunt graviora. Nam substantia ætherea, cum undequaque a motu solis æqualiter agitetur, ad omnes universi partes æqualiter conatur, neque ergo omnino gravitat.

Causa ejectionis gravium in altum e sclopeto pneumatico.

11. Videmus etiam globulum plumbeum, a vi aeris inclusi in æneo canone, quem appellant sclopetum pneumaticum, sursum ejici. Habet

PARS IV. 30.

Causa ejectionis gravium in altum e canone sclopeti pneumatici.

autem canon iste duo foramina, valvulis interne clausa; alterum per quod aer admittendus, alterum per quod emittendus est. Deinde ope tubi canonem arcte complectentis et emboli, similis fistucæ, perforati et valvulam habentis interne, ut facile possit retrahi, aerem externum multis validisque ictibus in canonem incutiunt, donec percutiendi difficultate victi multo plus aeris inesse canoni arbitrentur quam ante, etsi pleno, inerat. Aeri autem incusso, quantuscunque is sit, ne rursus exeat, obstant valvulæ ante memoratæ, quas exituriens aer necessario ambas claudit. At eo foramine, quod ad aerem emittendum factum erat, aperto, statim vi magna et subito erumpens aer globulum una velocissime abigit. Hujus rei causam esse cum multis crederem, quod idem aer in canone initio rarus, deinde incutiendo aerem externum densatus, rursus dato exitu rarefieret, si modo cogitabile esset eundem locum semper plenum, modo plus modo minus materiæ continere, id est, pleno pleniorem esse, vel si concipere possem plenitudinem ipsam causam motus efficientem esse posse. Sed utrumque impossibile est. Et proinde alia phænomeni causa quærenda est possibilis. Dum ergo ictu primo aperitur tubi valvula prima, ingredienti aeri externo resistit aer internus æquali vi. Fit ergo inter internum et externum aerem pugna quidem, et alterius ingredientis alterius egredientis duo motus contrarii, nulla autem in canone aeris augmentatio; nimirum, tanto exeunte aere, propter percussionem, inter tubi latera et embolum, eoque puro a corpusculis duris, quantus ab ictu incutiebatur non purus. A multis ergo validisque ictibus augebitur intus in canone quan-

titas corpusculorum durorum, simulque motus eorum intendentur, quantum ferre potest canonis materia; ante vero quam frangatur canon, latera ejus undequaque ab exituriente aere fortissime tentantur. Necesse ergo est, dato exitu, ut corpuscula illa velocissimo motu in locum liberum exeuntia obstantem globum secum auferant. Reddidimus ergo hujus phænomeni causam possibilem.

Causa ascensionis aquæ in thermometro.

12. Etiam, contra quam solent gravia, ascendit aqua in thermometro, sed aere frigido; nam calescente rursus descendit. Inde thermometro et thermoscopio organi nomen impositum est, in quo caloris et frigoris mensurantur et signantur gradus. Ejus fabrica talis est: sit vasculum (in figura 5) A B C D, aquæ plenum; cylindrusque cavus vitreus E F G, clausus ad E, apertus ad G; qui calefactus immittatur erectus in aquam ad F, pertineatque ad G. Quo facto, refrigescente paulatim aere, aqua in tubum paulatim ascendet ab F versus E, donec tandem utroque aere tum externo, tum interno æqualiter temperato, neque ascendit amplius, neque, nisi aeris mutata temperie, descendet. Subsistat ergo ubicunque ad H. Si jam calor aeris augeatur, aqua ab H descendet; si minuatur, elevabitur. Cujus rei certissima est experientia, causa tamen adhuc quæritur.

Ostensum est, cap. XXVIII. art. 6 et 7, ubi causa frigoris quæsita est, corpora liquida frigidiora fieri propter aerem ipsis incumbentem, id est, propter constantem ventum ipsa comprimentem. Eadem de causa premitur aquæ totius superficies ad F. Sed quo pressa recedat, locus nullus est, nisi in cavo tubi inter H et E. Eo ergo necessario cogitur a frigore, et proinde ascendit aqua magis minusve,

PARS IV. 30.

prout frigus magis minusve intenditur. Et rursus, facto calore intensiore, vel frigore remissiore, eadem aqua propter gravitatem propriam, id est, a causa, quam supra explicuimus, gravitatis, deprimetur.

Causa motus sursum in animalibus.

13. Etiam animalia etsi gravia sint, elevari tamen saltu, natatu, volatu, aliquousque possunt. Sed non fit hoc, nisi corpori alicui innitendo, ut terræ, aquæ vel aeri resistenti. Initium enim eorum motuum est a corporis animati, ope musculorum, contractione. Hanc enim contractionem sequitur corporis totius distensio, qua terra vel aqua vel aer cui innituntur, comprimitur; inde per pressorum reactionem acquiritur animali conatus sursum, sed qui per gravitatem corporis cito amittitur. Itaque conatu illo elevatur quidem animal aliquantulum in saltu, sed parum proficit; natatu autem et volatu plurimum; propterea quod nisus ante renovatur quam effectus ejus, a sui corporis gravitate, penitus extinguatur.

Quod a vi animæ, sine musculorum contractione antecedente, aut sine fulcimento, aliquis unquam corpus suum elevaverit, cogitatio puerilis est. Nam si ita esset, elevare se posset homo quousque vellet.

Esse in natura corporis genus aere gravius, nec tamen sensu ab aere distinguendum.

14. Diaphanum, quod oculo circumfusum est, invisibile est; neque in aere aer, neque in aqua aqua, aut quicquam, quod non sit opacius, videri potest. At in confinio duorum corporum diaphanorum alterum ab altero distingui potest. Itaque rustici, qui spatium in quo aerem esse dicimus, inane esse credunt, non sunt perridiculi. Ut putemus aerem esse aliquid, ratione opus est. Quis enim est ex sensibus nostris per quem judicamus esse aerem, quem neque videmus, neque audimus,

PARS IV.
30.

Esse in natura corporis genus aere gravius, nec tamen sensu ab aere distinguendum.

neque gustamus, neque olfacimus, neque tangentes quidem cognoscimus esse aliquid? Sentientes calorem non aeri imputamus, sed igni: et frigus non aeris, sed nostrum est; et sentientes ventum, advenire aliquid putamus, sed non adfuisse. Pondus item ne aquæ quidem in aqua, et multo minus aeris in aere sentire possumus. Ratione autem corpus esse aliquod quod aerem dicimus, cognosci potest, sed unica, nimirum, quia sine medio corpore, corpora procul posita in sensoria nostra agere non possint, neque omnino sentiremus nisi contigua. Naturæ ergo corporeæ, absque ratiocinatione ab effectu, soli sensus idonei testes non sunt.

Est enim in visceribus terræ, in locis ubi effodiuntur carbones terrei, natura quædam, quæ propter effectus quosdam videri potest inter aquam et aerem fere media; quæ quidem sensuum opera distingui ab aere non potest; cum diaphanum sit æque atque aer purissimus, eademque penetrationi quoad sensum æque pervia. At si effectum spectes, similis aquæ est. Puteum enim, unde carbones illi effodiuntur, effluens e terra materia illa implet aut totum aut saltem aliquousque, et demissum vel hominem vel ignem non multo minore tempore extinguit, quam ipsa aqua. Sed ut phænomenon hoc melius concipiatur, describemus figuram sextam. In qua sit fodinæ carbonariæ puteus A B, supponaturque pars ejus C B tali materia repleta. Si demittatur accensa candela usque infra C, subito extinguitur non aliter atque in aqua. Item si demittantur carbones in craticula ferrea accensi, ut fiat ignis quantumvis validus, statim ut immerguntur infra C, pallescere incipiunt, nec multo

PARS IV. 30.

Esse in natura corporis genus aere gravius, nec tamen sensu ab aere distinguendum.

post videri, extincta luce, desinunt, similiter ac in aqua. Cæterum si craticula extrahatur carbonibus adhuc valde calentibus, paulatim accenduntur et relucent. In hoc quidem a similitudine aquæ nonnihil disceditur; nam materia hæc non humectat, mersisque adhærescit, sicut aqua, quæ reaccensionem humectando impedit.

Item si ad eundem locum C demittatur homo, respirandi quidem difficultatem statim, mox autem et deliquium patitur, et nisi cito extrahatur, moritur. Moris ergo est iis, qui descendunt, simulatque ægritudinem primam sentiant, funem quo demittuntur motitare, signum ægritudinis, ut extrahantur. Serius quam opportuit extracti, et ob eam causam sensu motuque carentis os pronum in terram, execto cespite, recentem immittunt; inde paulatim, nisi plane mortuus fuerit, sensum et motum recipit; et tanquam per os egrediente materia noxia, quam sub terram inbiberat, reviviscit, eodem fere modo quo in aqua suffocati, si aquam revomant. Accidit autem hoc non in omnibus puteis, sed in multis, nec in iisdem semper, sed sæpe. Quando accidit, remedium adhibent hujusmodi. Fodiunt in propinquo puteum alium æque altum DE, et conjungunt utrumque cuniculo EB. Deinde ab accenso igne in fundo, E, aer, qui est in tubo DE, evehitur in altum foras per D; hunc sequitur aer contentus in cuniculo EB; quem sequitur materia noxia contenta in CB, et redit puteo, pro ea vice, solita salubritas. Ex historiola hac, quam iis solis scribo, qui veritatem ejus ipsi experti sunt, (nam philosophiam historiis dubiæ fidei fulcire, non est meum) phænomeni causa possibilis intelligi potest hæc: materiam esse quandam fluidam,

transparentissimam, quæ erumpens e terra puteum implet usque ad C; in qua materia, tanquam in aqua, et ignis et animalia extinguuntur. Possibile autem est, ut materia illa alia non sit quam aer, sive ventus fortissimus, qui et ignem et vitam extinguat, hanc receptus in pulmones, ubi sistit sanguinis ab uno cordis ventriculo ad alterum transitum, illum vehementia motus in se conversi suffocans.

De causa virtutis magneticæ.

15. Circa naturam gravium, difficultas maxima oritur a contemplatione earum rerum, quæ gravia ad se in sublime tollunt, ut gagates, succina, magnes. Præsertim vero turbat magnes, qui et lapis Herculeus appellatur; lapis alioqui despicabilis, sed tantis viribus, ut e telluris gremio ereptum etiam ferrum a se suspensum teneat, velut Antæum Hercules. Quod tamen aliquanto minus mirandum est, quia et lapis gagates paleas, minus quidem quam ferrum graves, graves tamen attrahit. Cæterum ut hoc faciat gagates, prius frictu excitandus est, id est, motu reciproco. Magnetis autem excitatio a natura est ipsius lapidis, id est, a principio sive motu ejus aliquo interno. Quicquid movetur, a moto et contiguo moveri, in superius demonstratis est; et proinde ferri ad lapidem conatum primum oriri, certum est, a motu aeris ferro contigui; item, aeris illius motum a motu gigni aeris deinceps proximi sine fine, donec inveniamus aeris totius motum originem ducere ab aliquo motu in magnete ipso, qui motus, quoniam videtur magnes conquiescere, est invisibilis. Certum ergo est, vim magnetis tractricem aliam non esse, quam partium minutissimarum magnetis motum aliquem. Supposito ergo corpuscula minima, ex quibus in ipsis

PARS IV. 30.

De causa virtutis magneticæ.

terræ visceribus concrevit magnes, motum sive conatum a natura sua, per lineam præ brevitate invisibilem, habere, ut modo dictum est de gagate, reciprocum, una erit in utroque lapide attractionis causa. Ea jam causa quo modo et ordine operandi attractionem efficit, quærendum est. Scimus per vibrationem, id est, per motum super eandem rectam reciprocum, fieri ut una lyræ chorda pulsa, alia moveatur vibratione simili, modo similem habeat tensionem. Scimus etiam fæces arenulasque in fundo vasis subsidentes, motu summæ aquæ baculive agitatione forti et reciproco a fundo, excitari. Quid ni igitur et motus reciprocus partium magnetis, simile quippiam faciat in movendo ferro? Siquidem enim in magnete motus reciprocus sive itus reditusque partium supponatur, sequetur inde similem motum propagari per aerem usque ad ferrum, ideoque ipsi ferro et singulis ejus partibus ituum redituumque easdem inesse vices. Sequetur autem hinc aerem, qui erat inter lapidem et ferrum intermedius, paulatim exterminari. Exterminato autem aere, corpora magnetis et ferri necessario conjunguntur. Causa ergo possibilis quare et magnes ferrum, et gagates paleas ad se attrahunt, est motus partium corporis trahentis super eandem rectam vel per lineam ellipticam reciprocus, quando in tracti natura motui tali nulla est repugnantia.

Quare autem magnes, si subere fultus aquæ libere supernatet, in quocunque situ positus collocabit se ita in plano meridiani, ut quæ quiescentis ipsius puncta polos terræ spectant uno tempore, eadem eosdem polos quovis alio tempore respicient, causa esse potest, quod motus, quem diximus par-

De causa virtutis magneticæ.

tium lapidis reciprocum, in linea fiat axi terræ parallela, idemque ingenitus iis sit usque a generatione ipsius lapidis. Itaque cum lapis in fodina existens, et a motu diurno una cum terra circumlatus, lationis secundum lineam lineæ motus reciproci perpendicularem longo tempore habitum acquisierit, etsi axis ejus a parallelismo terræ dimoveatur, retinebit tamen conatum redeundi in eundem situm. Est autem conatus motus principium, quo dato, nulloque intercedente impedimento, redibit magnes ad situm priorem. Quodlibet enim ferrum, si longo tempore in plano meridiani collocatum requieverit, etiam inde dimotum, modo libere moveri possit, ad meridianum revertetur, nimirum, a conatu, quem a motu terræ acquisierat in circulis parallelis, qui sunt meridianis perpendiculares.

Quod si ferro magnes affricetur, ductu scilicet recto ab uno polo ad alterum, contingent duo; alterum, quod ferrum virtutem acquiret directionis eandem cum magnete, id est, ut quiescat in meridiano, axemque et polos habeat eosdem quos lapis; alterum, ut poli lapidis et ferri se mutuo similes abigant, dissimiles appetant. Causa primi esse potest, quod per affrictum, ductu factum non reciproco, sed via semper eadem a polo ad polum, etiam ferro imprimitur conatus ab eodem polo ad eundem. Cum enim magnes a ferro non differat, nisi ut ferrum crudum a cocto, ferrum coctum ad motum, qui in lapide est, recipiendum, nullam habet repugnantiam. Ex quo sequitur, ut in motum terræ æque consentientes, ad situm sub meridianum, si inde deturbentur, æque redeant. Causa secundi esse potest, quod in affrictu lapidis ad

PARS IV. 30.

De causa virtutis magneticæ.

ferrum, sicut magnes agens in ferrum, conatum ei imprimit ad unum polorum, puta borealem, ita vicissim ferrum agens in magnetem imprimit ei conatum ad alterum, id est, australem. Continget ergo in reciprocationibus, sive in itu et reditu particularum lapidis et ferri inter boream et austrum, ut dum in altero itur a borea versus austrum et reditur ab austro ad boream, fiet in altero itus ab austro ad boream, et reditus a borea versus austrum. Atqui ex his motibus inter se contrariis et aeri communicatis, fit ut polus ferri borealis, interea dum fit attractio, deprimatur versus magnetis polum australem ; aut contra ut polus magnetis borealis deprimatur ad polum ferri australem ; utque utriusque, tam lapidis dico quam ferri axis in eadem recta collocetur ; id ipsum quod fieri docent experimenta.

Quod autem virtus magnetica propagetur non modo per aerem, sed etiam per corpora quælibet durissima mirandum non est ; cum nullus motus tam debilis esse possit, quin per spatium corpore quantumvis duro plenum propagetur in infinitum. In medio enim pleno motus existere nullus potest, quin cedat pars medii proxima, et deinceps proxima sine fine ; adeo ut ad quemcunque effectum conferant necessario aliquid etiam singularum rerum motus singuli.

Atque de natura corporis in genere hactenus dictum sit : quæ elementorum philosophiæ sectio prima est. In cujus partibus prima, secunda, et tertia, ubi principia ratiocinandi consistunt in intellectu nostro, id est, in vocabulorum legitimo usu, quem ipsi facimus, theoremata ni fallor omnia legitime demonstrata sunt. Pars quarta dependet

ab hypothesibus; et propterea, ignorata illarum veritate, causas rerum eas revera esse quas explicavimus, demonstrari non potest. Quoniam tamen hypothesin nullam sumpsi, quæ non et possibilis et comprehensu facilis sit, et ab assumptis legitime ratiocinatus sum, potuisse esse demonstravi, qui finis est contemplationis physicæ. Quod si eadem vel his ampliora, sumptis aliis hypothesibus, quispiam alius demonstraverit, majores illi gratias debebimus, quam ego mihi deberi postulo; si tamen hypotheses, quibus utitur, sint cogitabiles. Nam quod quis quicquam a seipso, a speciebus, a potentia, a forma substantiali, a substantia incorporea, ab instinctu, ab antiperistasi, ab antipathia, a sympathia, occulta qualitate, cæterisque verbis scholasticorum inanibus moveri aut produci dixerit, nequicquam dictum erit.

PARS IV. 30.

Conclusio.

Transeo nunc ad phænomena corporis humani; ubi opticæ, item ingeniorum, affectuum, morumque humanorum, Deo vitam tantisper largiente, causas ostendemus.

FINIS VOLUMINIS PRIMI.

LONDINI:
TYPIS C. RICHARDS, 100, ST MARTIN'S LANE.